ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

Reconnues d'utilité publique.

COMPTE RENDU DE LA 37ME SESSION

CLERMONT-FERRAND

— 1908 —

NOTES ET MÉMOIRES

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

28, rue Serpente

ET CHEZ MM. MASSON et Cie, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, boulevard Saint-Germain.

—

1909

LISTE DES CONGRÈS ET DE LEURS PRÉSIDENTS

— VOLUMES —

ANNÉES		VILLES		PRÉSIDENTS	
1872	1re Session.	Bordeaux.	1 volume.	Claude BERNARD.	*(Décédé.)*
1873	2e — .	Lyon.	1 —	DE QUATREFAGES.	*(Décédé.)*
1874	3e — .	Lille.	1 —	Adolphe WURTZ.	*(Décédé.)*
1875	4e — .	Nantes.	1 —	Adolphe D'EICHTAL.	*(Décédé.)*
1876	5e — .	Clermont-Ferrand.	1 —	J.-B. DUMAS	*(Décédé.)*
1877	6e — .	Le Havre.	1 —	Paul BROCA.	*(Décédé.)*
1878	7e — .	Paris.	1 —	Edmond FRÉMY	*(Décédé.)*
1879	8e — .	Montpellier. . . .	1 —	Agénor BARDOUX	*(Décédé.)*
1880	9e — .	Reims	1 —	J.-B. KRANTZ	*(Décédé.)*
1881	10e — .	Alger	1 —	Auguste CHAUVEAU.	
1882	11e — .	La Rochelle . . .	1 —	Jules JANSSEN.	*(Décédé.)*
1883	12e — .	Rouen	1 —	Frédéric PASSY.	
1884	13e — .	Blois.	2 volumes (1).	Anatole BOUQUET DE LA GRYE.	
1885	14e — .	Grenoble.	2 — (2).	Aristide VERNEUIL	*(Décédé.)*
1886	15e — .	Nancy	2 —	Charles FRIEDEL.	*(Décédé.)*
1887	16e — .	Toulouse.	2 —	Jules ROCHARD	*(Décédé.)*
1888	17e — .	Oran.	2 —	Aimé LAUSSEDAT	*(Décédé.)*
1889	18e — .	Paris.	2 —	Henri DE LACAZE-DUTHIERS. .	*(Décédé.)*
1890	19e — .	Limoges	2 —	Alfred CORNU.	*(Décédé.)*
1891	20e — .	Marseille.	2 —	P.-P. DÉHÉRAIN.	*(Décédé.)*
1892	21e — .	Pau	2 —	Édouard COLLIGNON.	
1893	22e — .	Besançon.	2 —	Charles BOUCHARD.	
1894	23e — .	Caen.	2 —	E. MASCART.	*(Décédé.)*
1895	24e — .	Bordeaux.	2 —	Émile TRÉLAT.	*(Décédé.)*
1896	25e — .	Tunis	2 —	Paul DISLÈRE.	
1897	26e — .	Saint-Étienne. . .	2 —	J.-E. MAREY	*(Décédé.)*
1898	27e — .	Nantes.	2 —	Édouard GRIMAUX	*(Décédé.)*
1899	28e — .	Boulogne-sur-Mer.	2 —	Paul BROUARDEL.	*(Décédé.)*
1900	29e — .	Paris.	2 —	Hippolyte SEBERT.	
1901	30e — .	Ajaccio.	2 —	E.-T. HAMY.	*(Décédé.)*
1902	31e — .	Montauban. . . .	2 —	Jules CARPENTIER.	
1903	32e — .	Angers.	2 —	Émile LEVASSEUR.	
1904	33e — .	Grenoble.	1 volume (3).	C.-A. LAISANT.	
1905	34e — .	Cherbourg	1 — (3).	Alfred GIARD	*(Décédé.)*
1906	35e — .	Lyon.	2 volumes.	Gabriel LIPPMANN.	
1907	36e — .	Reims	2 —	Henri HENROT.	
1908	37e — .	Clermont-Ferrand.	1 volume (4).	Paul APPELL.	

(1) Reliés ensemble ou séparément.

(2) A partir de la 14e Session, les tomes I et II sont reliés séparément.

(3) Pour le 33e Congrès de Grenoble, 1904 et le 34e, Cherbourg, 1905, le tome I a été remplacé par un Bulletin mensuel dont les numéros 8 et 9, de chaque année, ont été consacrés aux comptes rendus des séances générales et aux procès-verbaux des Sections.

(4) Le tome I a été remplacé par deux brochures parues en septembre 1908.

ERRATUM

L'explication de la Planche II qui se trouve page 1193 devrait se trouver page 353.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

MATHÉMATIQUES, ASTRONOMIE, GÉODÉSIE ET MÉCANIQUE

M. Émile BELOT

Ancien Élève de l'École Polytechnique, Directeur des Manufactures de l'État (Paris).

FORMULES NOUVELLES DONNANT, POUR LES ASTRES DU SYSTÈME SOLAIRE, LEUR DURÉE DE ROTATION, LEUR DISTANCE AU CENTRE ET LEURS INCLINAISONS D'AXE.

— 3 août —

Introduction. — Les travaux cosmogoniques que j'ai entrepris, fin 1903, ont présenté deux phases bien distinctes correspondant aux deux mémoires soumis au Congrès. Dans la première, convaincu de l'existence d'une loi des rotations analogue à la troisième loi de Képler pour les révolutions, j'ai procédé à une recherche purement empirique qui m'a permis de la trouver en décembre 1903. La forme de cette loi m'a révélé la présence, à l'origine, entre Saturne et Uranus, d'une nappe tourbillonnaire, à vitesse maxima ainsi que la formation dualiste des astres de notre système. Étendant alors cette dualité d'origine au système

solaire tout entier, j'ai pu, en 1905, émettre une hypothèse cosmogonique tourbillonnaire d'où l'on déduit la loi de distribution en distance des planètes et satellites à leur astre central, la loi des inclinaisons des axes planétaires et la démonstration de la loi des rotations. (Comptes rendus 4 décembre 1905, 8 janvier et 24 décembre 1906. — *Journal de l'École Polytechnique*, 1908.)

Il convient donc, dans un premier mémoire, d'étudier les formules en elles-mêmes et d'en faire ressortir la valeur pratique, quelles que soient les hypothèses faites pour les établir; puis, dans un second mémoire, d'exposer l'hypothèse cosmogonique tourbillonnaire qui permet de les démontrer et d'ajouter des vérifications nouvelles à celles déjà obtenues par l'application des formules.

I. — Loi des Rotations.

L'existence d'une loi des rotations semble contredite par les résultats des recherches de M. Darwin relatives à l'action des marées sur l'ensemble Terre-Lune. Mais sa théorie, d'ailleurs inapplicable dans le cas de la genèse de satellites multiples, suppose que la Terre n'avait pas dès l'époque $t = -56$ millions d'années, jusqu'à laquelle il fait remonter les intégrations, la rigidité actuelle révélée par la transmission des ondes sismiques, et admet en outre qu'à cette époque reculée l'attraction du Soleil était la même qu'actuellement. Ces deux hypothèses, nous le verrons, semblent contraires à la réalité.

Par ailleurs, il ne manque pas de théories pouvant nous induire à rechercher une loi des rotations. L'atome, d'après les vues modernes, ne serait qu'un système solaire en miniature, et il est caractérisé par les longueurs d'onde λ qu'il émet : or on a $\lambda = VT$; pourquoi l'atome-astre ne serait-il pas caractérisé de même par le temps T de sa rotation ?

Au point de vue des faits, une découverte récente est de nature à modifier complètement les idées théoriques sur la condensation des astres et par suite sur leur rotation. Il semble prouvé que l'uranium désintègre sa molécule en radium et par des émanations successives en hélium, gaz stable à la température du soleil. Or, l'hélium est 100.000 fois plus léger que l'uranium : il monte à la surface des astres comme nous le voyons dans les sources thermales; ainsi voilà une cause de conservation du volume (et par suite de la rotation) qu'on n'aurait jamais pu soupçonner, il y a peu d'années.

Enfin, en supposant trouvée une loi des rotations, elle contiendra un certain nombre de coefficients à déterminer par autant de rotations *actuelles;* il est donc probable que la formule vaudra pour les *rotations actuelles :* et l'on élimine ainsi l'objection *a priori* que les durées de rotation des astres ont dû varier avec le temps, objection qui eût pu, d'ailleurs, aussi bien être opposée à la recherche de la troisième loi de Képler.

Quoi qu'il en soit, la recherche empirique de cette loi nous a donné la

formule suivante applicable à toutes les durées de rotation *directe* (*) du système solaire; T est exprimé en heures; a, distance au centre du système, en rayons de l'orbite terrestre; D, diamètre de l'astre, en diamètres de la Terre; d est sa densité par rapport à l'eau :

$$T = \frac{23,75}{\sqrt{a}D^{\frac{1}{2,7}}} + \frac{0,61D}{\sqrt{d}}.$$

TABLEAU I

Corps célestes.	Proportion de m.	Proportion de m'.	$T = T_1 + T_2$.	Temps de rotation synodique calculé.	Temps de rotation synodique observé.	Écart.
Soleil	8,3	+1	527,96 = 471,61 + 56,35	21j 23h 57m,6	24j 12h	— 2j 12h 2m,4
Mercure	458	+1	55,12 = 55,00 + 0,12	55h 7m	»	»
Vénus	96	+1	28,225 = 27,936 + 0,289	28h 13m,5	»	»
Terre	91	+1	24,01 = 23,75 + 0,260	24h 0m,5	24h	+ 0m,6
Mars	148	+1	24,484 = 34,320 + 0,164	24h 28m,8	24h 39m,6	— 10m,8
Jupiter	3	+4	10,125 = 4,275 + 5,850	10h 7m,5	9h 55m,6	+ 11m,6
Saturne	1	+2	10,147 = 3,367 + 6,780	10h 8m,8	10h 14m,4	— 5m,6
Lune	7.563	+1	756,4 = 756,3 + 0,10	31j 12h 14m	29j 12h 44m	+ 1j 23h 28m
	7.364	+1	736,5 = 736,4 + 0,10	30j 16h 30m		+ 1j 3h 46m
Ganymède	»		373,5 = 373,5 + 0,00	15j 13h	»	»
Callisto	»		315,7 = 315,7 + 0,00	13j 3h	»	»

Pour le Soleil, de rayon $R = 697.100^{km}$, il faut considérer dans le premier terme de la formule a et D comme variables de zéro à R : on aura donc la valeur moyenne de T_1 en calculant l'expression

$$T_1 \int_0^R dr = 23750 \sqrt{149,5}\ \sqrt[2,7]{6378} \int_0^R r^{-\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2,7}\right)} dr,$$

les constantes de l'expression précédente étant déterminées par les unités choisies. Il est à remarquer que les dernières mesures effectuées par MM. Dunér, Bergstrand, Halm et Adams (**) donnent pour l'équateur solaire une durée de rotation de 24j,5, au lieu de 25j,4, valeur adoptée encore récemment : or, Faye a expliqué la vitesse variable des taches par la rotation plus rapide du noyau solaire que nous trouvons en effet de 22 jours seulement.

Pour la Lune, le calcul a été fait de deux manières : en prenant $a = 60,274$ (distance moyenne) et $a = 63,583$ (distance apogée) : nous verrons en effet que la rotation de la Lune a dû se déterminer dans la position de l'apogée qui donne pour la rotation synodique une durée de 30 jours 16 heures 30 minutes.

La durée de rotation calculée pour Vénus est dans les limites trouvées par M. Belopolski.

(*) Notre théorie nous a permis de trouver une formule analogue donnant les durées de rotation *rétrograde* 16h,9 pour Uranus et 31h,2 pour Neptune.

(**) *Bulletin Astronomique*, t. XXV, p. 235.

Il est facile de voir que la durée de rotation T donnée par la formule est considérable pour les satellites et petites planètes puisque D est faible : pour ces astres la valeur de T_2 est négligeable. Le calcul a été fait pour les satellites III et IV de Jupiter : on trouve des durées de rotation (15,5 et 13,15 jours) de l'ordre des durées de révolution (7,15 et 16,66). Il est douteux que les deux durées puissent coïncider pour le satellite III comme pour la Lune.

L'application de la formule donne lieu aux remarques suivantes : elle contient 3 paramètres nécessitant pour leur détermination 3 rotations (*) : la vérification pour les 3 autres rotations connues parait assez satisfaisante surtout si l'on tient compte que l'une d'elle (rotation du Soleil) introduit un facteur numérique d'intégration impossible à prévoir. En fait, c'est la première fois qu'une relation semble établie entre la rotation du Soleil et celle des planètes.

Étude de la forme de la loi des rotations. — Sa démonstration. — Dès 1904, j'observai qu'il y avait un rapport simple entre les nombres T_1 et T_2 pour les plus grosses masses du système solaire (Saturne, Jupiter, Soleil). Il suffirait d'augmenter de 16 millièmes la valeur du rayon solaire (ce que l'on pourrait faire pour tenir compte du volume de la chromosphère et des masses coronales) pour que le rapport de T_2 à T_1 soit exactement de 1 à 8 pour le Soleil. La forme de la loi des rotations apparaissait donc comme une loi de proportions multiples entre deux genres de masses. Quelles étaient ces masses m et m' ? D'abord il était visible que la proportion de m' augmentait pour chaque planète avec le nombre de satellites : la masse m' pouvait alors être la masse satellitaire condensée sur chaque planète.

D'autre part, où rencontre-t-on d'une manière générale des lois additives comme celle des rotations? Précisément, en chimie physique, lorsque deux corps sont dissous l'un dans l'autre : alors les propriétés de la dissolution sont exprimées par des formules additives où chaque terme se rapporte à la propriété correspondante de l'un des éléments. Si la matière satellitaire m' est venue, comme il faut l'admettre, en dissolution dans la matière m du noyau planétaire, la forme $\frac{D}{\sqrt{d}}$ du terme T_2 doit exprimer la propriété de rotation de la matière satellitaire.

La démonstration est immédiate : en effet, à densité d égale, la masse m' qui atteindra un point de l'équateur d'une planète sera proportionnelle à son volume D^3 et inversement proportionnelle au carré de la distance au centre D^2, c'est-à-dire proportionelle à D.

(*) On peut démontrer que l'exposant de D dans le terme T_1 est compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$, en raison du mode de condensation du noyau planétaire : le nombre de paramètres se réduit alors à 2.

D'autre part, chaque masse m' est un satellite-limite rasant la surface de sa planète : sa durée de rotation T_2 peut s'obtenir par la troisième loi de Képler :

$$\frac{4\pi^2}{T_2^2}\left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 df$$

ou, $$T_2 = \frac{3\pi}{f}\frac{1}{\sqrt{d}} \qquad (f \text{ constante de l'attraction}).$$

Ainsi la forme du terme T_2 nous démontre bien qu'il est relatif à la matière *satellitaire* (m').

Dès lors il est évident que nous avons obtenu la loi des rotations sous la forme :

$$T = \frac{m}{M}T + \frac{m'}{M}T \qquad (M = m + m')$$

où M désigne la masse totale de l'astre considéré.

Le premier terme T_1 est donc proportionnel à la masse du noyau et nous appellerons sa matière *m tourbillonnaire*.

Les propriétés de rotation de la matière tourbillonnaire doivent nous permettre de démontrer la forme du terme T_1. Nous n'introduirons, pour les trouver, aucune autre hypothèse que celle de Faye, à savoir : qu'un noyau planètaire de diamètre δ doit sa rotation à la différence des vitesses V_1 V_2 des nappes nébuleuses concentriques qui lui sont tangentes : soit à la distance a la loi des durées de révolution de ces nappes :

$$t = a^n, \quad \text{d'où} \quad V = a^{1-n}$$

Le phénomène nécessaire dont Faye et d'autres n'ont pas tenu compte est que le noyau planétaire, par son attraction, déforme en les attirant vers lui les nappes, en sorte que les vitesses V_1 V_2 correspondent à des nappes concentriques séparées non par la distance δ, mais par une distance $\delta' > \delta$. On aura donc pour la durée T_1 de la rotation du noyau, synodique aux nappes :

$$T_1 = \frac{2\pi\delta}{V_1 - V_2} = \frac{2\pi\delta}{(a+\delta')^{1-n} - a^{1-n}} = \frac{2\pi a^n}{(1-n)\frac{\delta'}{\delta} + \frac{n(n-1)}{2}\frac{\delta'^2}{\delta a} + \cdots}$$

soit D le diamètre de la future planète : on peut poser

$$\delta = D^{1+\alpha} \text{ et } \delta = D^{1+\alpha'} \text{ où } \alpha' > \alpha \text{ : on aura donc :}$$

$$T_1 = C a^n D^{\alpha-\alpha'}$$

qui est bien de la forme empirique trouvée. La présence de D au dénomi-

nateur de T_1 explique déjà ce fait paradoxal, en apparence, que les durées de rotation sont d'autant plus faibles que les diamètres sont plus grands. Mais on peut aller plus loin et démontrer que $n = -\frac{1}{2}$. En effet, dans la région des planètes directes, n est nécessairement négatif, car s'il était positif, leur rotation serait rétrograde ; d'après le théorème d'Huygens, la force centrale F est :

$$F = V^2 a^{-1} = a^{1-2n}. \tag{1}$$

Elle croit donc plus vite que a puisque n est négatif. Or, si, dans un sphéroide homogène, F croit proportionnellement à a quand sa densité d est constante, il faut, pour que F croisse plus vite que a que d croisse avec a. L'hypothèse la plus simple, dont nous démontrons la réalité dans le second mémoire est :

$$d = Ka.$$

Dans ce cas, la force centrale F est proportionnelle à a^2 d'où en vertu de (1)

$$n = -\frac{1}{2}.$$

Ainsi se trouve complètement démontrée la loi des rotations.

Nous pouvons maintenant résumer les suggestions cosmogoniques auxquelles conduit l'analyse précédente :

Tous les astres du système solaire sont formés de deux genres de matière différant, sinon par leurs propriétés chimiques, du moins par la forme de leurs mouvements originels.

2° Ces deux genres de matières s'agrègent pour former les corps célestes suivant des lois chimiques (loi de proportions multiples, loi additive).

3° Dans toute la région des planètes directes, la vitesse angulaire originelle des nappes nébuleuses a été croissante avec a : cette vitesse est nécessairement décroissante quand a augmente dans la région des planètes rétrogrades : sinon, celles-ci auraient une rotation directe : or, dans la section d'un tube-tourbillon, la loi de variation des vitesses angulaires avec la distance est exactement la même. C'est ce qui nous a permis d'affirmer d'abord qu'il y avait eu, à l'origine, une nappe tourbillonnaire à vitesse angulaire maxima entre Saturne et Uranus vers la distance 16.

II. — Loi exponentielle des Distances.

Nous avons obtenu cette loi comme conséquence de notre hypothèse cosmogonique tourbillonnaire : mais on peut la trouver par une recherche

empirique rationnelle, c'est-à-dire guidée par les lois de la mécanique céleste.

La loi empirique de Titius-Bode donnant les distances x_n des planètes au Soleil est une loi à 3 paramètres :

$$x_n - A = BC^n \qquad (x_n - 0{,}4 = 0{,}3 \times 2^n).$$

M. Gaussin (C. R. 1880) a essayé une formule où $A = 0$, mais dont les résultats sont moins exacts que ceux de la loi de Bode. Proposons-nous d'établir une loi à 2 paramètres où $B = 1$.

$$x_n - A = C^n. \tag{1}$$

2 distances réelles *consécutives* x_n et x_{n+1} permettront toujours de déterminer A, C et n.

En effet, A est inférieur à la plus petite des distances x_n, c'est-à-dire très petit en regard de certaines distances x_n. A condition que x_n et x_{n+1} soient suffisamment grands, on pourra donc déduire de (1) approximativement :

$$\frac{x_{n+1}}{x_n} = C. \tag{2}$$

On a d'ailleurs rigoureusement :

$$x_{n+1} - x_n = C^n (C - 1), \tag{3}$$

qui permettra, connaissant C, de déterminer n ; puis par (1) on aura une première valeur de A qui suffira pour une première application de la formule.

Dans l'application de cette méthode au système solaire, il faut observer que si, au lieu d'employer, comme dans les systèmes de satellites, l'unité naturelle, le rayon du Soleil, nous employons l'unité astronomique 214,45 fois plus grande, il faudra multiplier le premier membre de (1) par ce nombre.

Choix de x_n et x_{n+1}. — Il faut d'abord prendre les distances de 2 planètes consécutives : or les théories de Saturne et de Jupiter sont assez complètes pour indiquer qu'il n'y a entre leurs orbites aucune masse appréciable. La grande masse de ces planètes milite aussi en faveur de leur choix : car si l'on peut admettre, *a priori*, que des planètes de petite masse ont pu avoir depuis l'origine leurs distances perturbées par des phénomènes quelconques surtout près du Soleil, il est évident que ces circonstances n'ont pas dû influencer les distances de Jupiter et de Saturne.

Puisque A est plus petit que 0,387 rayon d'orbite de Mercure, on est certain d'obtenir C par (2) avec une erreur relative moindre que 4 0/0.

La *Mécanique céleste* impose ici une condition : Laplace (Livre II, p. 342) a montré qu'en ne tenant compte que des inégalités à longues périodes, deux planètes dont les distances varient par leur attraction mutuelle sont soumises à la relation :

$$\frac{m}{a} + \frac{m'}{a'} = \text{constante};$$

d'où

$$(4) \qquad \frac{da}{da'} = -\frac{m'}{m}\frac{a^2}{a'^2}.$$

Si dans le passé les distances de Jupiter et Saturne au Soleil ont varié, les variations *da da'* ont dû obéir à la relation (4) c'est-à-dire être de sens inverse avec un rapport voisin de 0,1 (exactement 0,088 avec leurs masses actuelles), soit :

$$(5) \qquad \frac{da}{da'} = -0{,}1 \pm \varepsilon.$$

Cela suffit pour rejeter la loi empirique de Bode qui donne comme distances de Jupiter et Saturne 5,2 et 10 et pour le rapport précédent — 0,0065.

Calcul de A, C, *n par Jupiter et Saturne*. — La formule (2) donne :

$$C = 1{,}884$$

La formule (3) avec les unités astronomiques donne :

$$\frac{9{,}5388 - 5{,}2028}{0{,}884}\ 214{,}45 = 1{,}884^n$$

Le logarithme du premier membre est 3,02196 : en prenant $n = 11$ dans le second membre, son logarithme est 3,02588. Il suffit de prendre C = 1,883, au lieu de 1,884 et de corrections — *da* et + *da'* pour faire coïncider les deux logarithmes. En introduisant dans (1) la distance de Jupiter qui est certainement la plus immuable de notre système d'après (5), on trouve finalement :

$$A = 0{,}2818$$

En prenant A = 0,281 le rapport $\frac{da}{da'}$ est égal à — 0,97 ce qui vérifie

très exactement (5). Mais nous nous contenterons de prendre A = 0,28, chiffre qui nous a servi dans tous nos calculs.

La formule devient définitivement :

$$x^n - 0{,}28 = 1{,}883^n \frac{1}{214{,}45} \qquad \text{(unités astronomiques)};$$

$$X_n - 60{,}04 = 1{,}883^n \qquad \text{(en rayons solaires)}.$$

Ainsi, aucune planète ne pourra être à une distance du Soleil plus rapprochée que 0,28 ou 60 rayons solaires.

Application aux satellites de la loi exponentielle à 2 paramètres. — Parmi les systèmes de satellites, celui de Jupiter est tout indiqué pour l'application de la loi de distribution tant à cause du nombre et de la masse des satellites qu'en raison de la théorie très complète qu'en a faite Laplace. Ici, il y a tout intérêt, tout en suivant la même méthode que ci-dessus, à considérer l'ensemble des 4 satellites consécutifs I, II, III, IV. Si n désigne le rang du satellite I (distance 5,933), $n + 3$ désignera celui du satellite IV (distance 26,486) : les équations (2) et (3) seront remplacées par les suivantes :

$$(2)^1 \qquad \frac{x^n + 3}{x_n} = C^3 \quad \text{(approximativement par défaut)}.$$

$$(3)^1 \qquad x_{n+3} - x_n = C^n (C^3 - 1) \qquad \text{(rigoureusement)}.$$

$(2)^1$ donne par défaut :

$$C = 1{,}646.$$

En substituant dans $(3)^1$ et passant aux logarithmes on a :

$$0{,}77329 = n \times 0{,}21658.$$

Il faut prendre $n = 3$, le logarithme du second membre étant *par défaut*.

En divisant le premier membre de $(3)^1$ par $C^3 - 1$ on aura une valeur de C *par excès*, soit :

$$C = 1{,}810.$$

La moyenne des deux valeurs de C est 1,728 : en la portant dans l'équation (1) avec la distance $x_3 = 5{,}933$, on trouve A = 0,773.

Mais cet ensemble de valeurs de A, C donne $x_6 = 27{,}38$ au lieu de 26,486 : on est conduit à réduire C à 1,7175 et à porter A à 0,795.

Malgré ces corrections, et la précision vraiment surprenante de l'application de la formule :

$$x_n - 0{,}795 = 1{,}7175^n$$

aux satellites V, I, II, IV, un écart en apparence inadmissible (0,6826) subsiste pour le satellite III. Ici heureusement la *Mécanique céleste* nous assure un critère d'une précision inespérée. Laplace a démontré la relation entre les moyens mouvements (n) des satellites I, II, III :

$$n_1 + 2n_3 = 3n_2. \tag{6}$$

Il s'exprime ainsi t. XI, p. 59 de la *Mécanique céleste :* « Il est contre toute vraisemblance de supposer que les satellites I, II, III ont été placés primitivement aux distances qu'exige la relation (6) : il suffit qu'ils en aient été peu éloignés et alors leur attraction mutuelle établit entre leurs moyens mouvements cette égalité rigoureuse. »

Il faut donc, si les distances calculées sont bien celles de l'origine, qu'elles satisfassent à l'équation (6) transformée en y introduisant les distances $a_1\ a_2\ a_3$ par la 3e loi de Képler :

$$a_1^{-\frac{3}{2}} + 2a_3^{-\frac{3}{2}} = 3a_2^{-\frac{3}{2}}$$

Différentiant, il vient :

$$da_3 = -\frac{1}{2}\left(\frac{a_3}{a_1}\right)^{\frac{5}{2}} da_1 + \frac{3}{2}\left(\frac{a_3}{a_2}\right)^{\frac{5}{2}} da_2$$

Or nous avons $da_1 = 0{,}0717$ et $da_2 = -0{,}0574$.

Prenant pour $a_1\ a_2\ a_3$ les valeurs 5,8971 — 9,4677 — 15,3983, moyennes entre les distances anciennes et les distances actuelles on trouve :

$$da_3 = -0{,}6854,$$

ce qui donne finalement pour la distance où doit être actuellement le satellite III en partant de 15,7396 :

$$15{,}7396 - 0{,}6854 = 15{,}0542$$

qui coïncide presque exactement avec la distance réelle 15,057.

La loi de distribution exponentielle à 2 paramètres est une loi naturelle. — Déjà l'application de la *Mécanique céleste* aux recherches précédentes a montré que la loi de distribution exponentielle, loin d'être une grossière approximation comme la loi de Bode, est susceptible d'une grande précision. Il reste à compléter les vérifications par le tableau d'ensemble des distances calculées :

TABLEAU II

LOI EXPONENTIELLE DE DISTRIBUTION DES PLANÈTES ET SATELLITES

$$x_n - a = (x_1 - a)^n$$

SYSTÈME SOLAIRE

$$x_n - 0{,}28 = \frac{n}{1883}\,\frac{1}{214{,}45}$$

n	*Distances :*	*calculées*	*observées*
1		0,2888	»
2		0,2965	»
3		0,3111	»
4		0,3386	»
5	Mercure	0,3904	0,3870
6		0,4878	»
7	Vénus	0,6714	0,7233
8	Terre	1,017	1
9	Mars	1,668	1,5236
10	Cérès, etc.	2,893	2,75
11	Jupiter	5,201	5,2028
12	Saturne	9,546	9,5388
13	Uranus	17,728	(19,183) rétro.
14	Neptune	33,133	(30,055) rétro.

SYSTÈME DE LA TERRE

$$x_n - 0{,}2 = 2{,}901^n$$

1		3,101	»
2		8,615	»
3		24,610	»
4	Lune	71,013	60,27

SYSTÈME DE JUPITER

$$x_n - 0{,}795 = 1{,}7175^n$$

1	V	2,5125	2,55
2		3,7447	»
3	I	5,8613	5,933
4	II	9,4964	9,439
5	III	15,7396	15,057
6	IV	26,462	26,486
7		44,878	»
8		76,508	»
9	VI-VII	130.835	160 et 167
10		224,135	»

SYSTÈME DE SATURNE

$$x_n - 0{,}2 = 1{,}308^n$$

n	*Distances :*	*calculées*	*observées*
1	Anneau C	1,508	1,2 — 1,5
2	Anneau B	1,910	1,5 — 1,96
3	Anneau A	2,436	1,96 — 2,3
4	Mimas	3,124	3,07
5	Encelade	4,024	3,94
6	Téthys	5,20	4,87
7	Dioné	6,739	6,25
8	Rhéa	8,75	8,73
9		11,38	»
10		14,82	»
11	Titan	19,32	20,22
12	Hypérion	25,23	24,5 et 24,2
13		32,90	»
14		42,96	»
15	Japet	56,11	58,91
»		»	»
»		»	»
20	Phœbé	214	214

SYSTÈME DE MARS

$$x_n - 0{,}13 = 2{,}57^n$$

1	Phobos	2,70	2,70
2	Deimos	6,74	6,74

SYSTÈME D'URANUS

$$x_n - 4{,}9 = 1{,}496^n$$

1		6,396	»
2	Ariel	7,138	7,04
3		8,245	»
4	Umbriel	9,908	9,91
5		12.390	»
6	Titania	16,105	16,11
7	Oberon	21,66	21,54

L'application de la formule au système solaire donne lieu aux remarques suivantes :

Elle cesse brusquement de s'appliquer aux planètes rétrogrades qui se différencient encore des planètes directes par la grande valeur A (4,9 pour Uranus) tandis que cette valeur est toujours inférieure au rayon pour les planètes directes. Toutefois, l'extrapolation de la formule donne encore

pour Neptune une valeur 33,133 beaucoup plus approchée que celle 38,8 dont s'est servi Leverrier en appliquant la loi de Bode.

Aux distances $x_1\ x_2\ x_3\ x_4\ \ldots x_6$, la *Mécanique céleste* a déjà deviné l'existence d'astéroïdes. Leverrier et Tisserand (Notice, Ann. B. Longitudes 1882) n'expliquent une partie (38″ par siècle) du mouvement du périhélie de Mercure que par des astéroïdes situés au-dessous de cette planète.

M. Newcomb, qui a refait la théorie de Vénus, ne peut rendre compte de certaines inégalités qu'en admettant la présence d'astéroïdes entre Vénus et Mercure. M. Backlund, de toutes les observations de la comète d'Encke, entre 1819 et 1891, a conclu que l'hypothèse d'Encke sur le milieu résistant est à rejeter et que l'accélération variable de cette comète ne peut être attribuée « qu'à la rencontre en un point inconnu de son orbite avec un essaim de corpuscules ». Ce point serait le périhélie qui coïncide exactement avec la zone x_4 (0,3386).

La correspondance déjà remarquée entre le système de Saturne et le système solaire se précise complètement : x_{11} dans les deux systèmes donne l'astre principal (Jupiter, Titan), x_8 l'astre de grande masse le plus rapproché du centre (Terre, Rhéa), x_9 et x_{10} de petites masses intercalées entre x_{11} et x_8. Faut-il aller plus loin et considérer que x_1, x_2, x_3 sont bien des anneaux dans le système solaire comme dans celui de Saturne? Toujours est-il que cette symétrie frappante est due, comme nous le verrons, à ce que l'axe de l'écliptique fait le même angle (28°) avec l'axe de Saturne et avec l'axe de translation du système solaire vers l'apex.

La précision de l'application aux satellites d'Uranus est aussi grande que dans le système de Jupiter, ce qu'on pouvait prévoir à cause de la symétrie des axes de ces planètes par rapport à l'écliptique.

Les nombres C des divers systèmes (1,883 — 2,57 — 1,7175 — 1,308 — 1,496) qu'on peut appeler leurs *caractéristiques* se trouvent être sensiblement proportionnels à la racine cubique de la densité de chaque astre central, ce qui permet de trouver la *caractéristique* du système de la Terre et d'établir ainsi que la Lune est seulement le quatrième satellite de la Terre. La distance théorique des satellites de la Terre a d'ailleurs été calculée dans le plan équatorial qui diffère notablement du plan de l'orbite lunaire. Il n'y a donc aucune comparaison directe possible entre la distance de la Lune et $x_4 = 71{,}013$ pas plus qu'entre la distance des satellites VI, VII de Jupiter dont le plan d'orbite diffère de 30 degrés de celui de l'équateur planétaire avec la distance théorique x_9 ou x_{10}.

Un fait général est encore remarquable dans le tableau II, c'est qu'au-dessous de chaque masse ou groupe de masses importantes (Jupiter, Lune, Titan, Titania, I, II, III de Jupiter) il y a une ou deux cases vides ou occupées par des astéroïdes. L'influence cosmogonique des grosses masses sur la genèse des petits astres paraît donc hors de doute et devra être expliquée.

III. — Loi des Inclinaisons des Axes planétaires.

Jusqu'à ce jour, les astronomes ne croyaient pas à l'existence d'une telle loi, tant ils sont habitués à considérer les mouvements les plus importants comme la résultante de perturbations accumulées et à les expliquer ainsi par des intégrales. Pour la Terre, dont on a pu mesurer les moments principaux d'inertie, le calcul a montré que l'angle β de l'équateur avec l'écliptique oscille de 21°,59′ à 24°,36′; il est probable que l'axe de Mars oscille aussi de quelques degrés.

Mais, par raison de symétrie, il est peu probable que les axes de Jupiter et d'Uranus, l'un presque perpendiculaire, l'autre presque couché sur l'écliptique, aient une oscillation appréciable. Comment admettre aussi qu'une masse aussi importante et aussi éloignée du Soleil que Saturne ait pu basculer de 28 degrés par le simple jeu de l'attraction différentielle de ses satellites éloignés sur son renflement équatorial? On le voit : si une loi des inclinaisons existe, il faudra s'attacher, comme pour la loi des distances, à ce qu'elle soit d'abord bien vérifiée par Jupiter et Saturne.

Il ne saurait être question ici d'établir cette loi qui résultera d'un tracé géométrique, mais d'en vérifier et discuter l'application comme pour les lois précédentes. La formule qui donne β contient un seul paramètre K puisque l'angle de 28 degrés est donné (angle de l'axe de l'écliptique avec la direction de translation vers l'apex) et que la distance 0,28 est le nombre A de la formule de distribution. On a :

$$\cot \beta = \frac{K \cos 28^\circ}{x - 0{,}28 - K \sin 28^\circ},$$

où x est la distance de la planète considérée.

En faisant K = 9,8407, on obtient le tableau III :

TABLEAU III

DISTANCES	PLANÈTES	β calculé	β réel actuel	OBSERVATIONS
1	Terre.	24°,10′	23°,27′	Varie de 21°,59′ à 24°,36′.
1,5236	Mars	21°,14′	23°,16′	Lowell (1907).
2,4284	150 p. planètes.	15°,53′	16°,40′	Astéroïdes les plus rapprochés du Soleil.
5,2028	Jupiter	2°,0	2°, 8′	
9,5388	Saturne.	28°, 6′	28°, 6′	
19,10	(Uranus) . . .	121°,19′	98°	Calcul par extrapolation.
30,05	(Neptune) . . .	109°, 4′	122° (?)	d°

On voit qu'avec un seul paramètre K, on arrive à cinq vérifications dont deux très satisfaisantes. Nous ne parlerons pas des planètes rétrogrades pour lesquelles le calcul est fait par extrapolation (le cas d'Uranus sera traité dans le second mémoire) : les vérifications les plus suggestives sont présentées par les petites planètes et Mars. Les petites planètes ne devaient-elles pas présenter une inclinaison générale sur l'écliptique qui fut l'analogue de l'inclinaison des axes des grosses planètes? Or, en portant sur son rayon vecteur chaque astéroïde à sa distance avec son inclinaison d'orbite, on obtient un graphique où leur groupement est nettement limité du côté du Soleil par une sorte de mur incliné.

Le calcul direct de cette pente générale pour les cent cinquante petites planètes les plus rapprochées donne un angle de 16°,40′; or, en portant dans la formule la distance moyenne 2,4284 de ces cent cinquante astéroïdes, on trouve $\beta = 15°,33'$.

On a ainsi l'indice que les planètes sont nées dans des nappes diversement inclinées sur l'écliptique. N'est-il pas probable alors qu'une nappe contenant une planète comme Mars peut en contenir d'autres (*) plus petites, jalonnant sa trajectoire? Or, sur le graphique dont il est question ci-dessus, si l'on place Mars à son aphélie (distance 1,668), Eros, Adalberta et Hungaria à leurs aphélies, Mars, Eros et Hungaria sont presque en ligne droite, laissant Adalberta à peu de distance. Cette ligne fait précisément avec l'axe de l'écliptique l'angle $\beta = 21°$ de l'axe théorique de Mars. Il est bon d'ajouter que la ligne ainsi jalonnée par ces quatre planètes est très éloignée de toutes les autres petites planètes.

Conclusions. — Les trois lois faisant l'objet du présent mémoire présentent des vérifications trop précises, trop nombreuses, trop en harmonie avec la *Mécanique céleste* pour être l'effet du hasard : seule, une théorie cosmogonique générale peut en rendre compte; elle sera développée dans un second mémoire.

(*) Cette même preuve est faite aujourd'hui pour Jupiter qui a sa famille de petites planètes.

M. André GÉRARDIN
Membre de la Société Mathématique de France (Nancy).

NOTE SUR LA RÉSOLUTION SIMULTANÉE DE : $x^m + Ay^p = f^2$ $x^m - Ay^p = g^2$

— 7 août —

Si l'on doit résoudre simultanément :

$$x^m + Ay^p = f^2$$
$$x^m - Ay^p = g^2$$

on aura par addition :

$$2x^m = f^2 + g^2$$

et par soustraction :

$$2Ay^p = f^2 - g^2$$

qu'il faudra d'abord résoudre en général.

Premier Problème.

Trouver la solution générale de

$$2x^m = f^2 + g^2$$

soit $x = a^2 + b^2$,

on aura $2x = (a+b)^2 + (a-b)^2$.

Or $(a^2+b^2)(r^2+s^2) = (ar \pm bs)^2 + (as \pm br)^2$

d'où l'on tirera

$$2x^2 = (a^2 + 2ab - b^2)^2 + (b^2 + 2ab - a^2)^2$$
$$2x^3 = (a^3 + 3a^2b - 3ab^2 - b^3)^2 + (a^3 - 3a^2b - 3ab^2 + b^3)^2$$
$$= (a^3 + ab^2 - a^2b - b^3)^2 + (a^3 + a^2b + ab^2 + b^3)^2$$

on aura donc en même temps une solution générale de

$$h^2 + l^2 = k^2 + u^2$$

dont on connait d'autres solutions à l'aide de trois indéterminées, par exemple :

$$[am^2 - 2my + a]^2 + [y(m^2-1)]^2 = [a(m^2-1)]^2 + [m^2y - 2ma + y]^2.$$

On aura pour

$$2x^4 = (a^4 + 4a^3b - 6a^2b^2 - 4ab^3 + b^4)^2 + (a^4 - 4a^3b - 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4)^2$$
$$= (a^4 + 2a^3b + 2ab^3 - b^4)^2 + (b^4 + 2ab^3 + 2a^3b - a^4)^2$$
$$2x^5 = (a^5 + 5a^4b - 10a^3b^2 - 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5)^2 + (a^5 - 5a^4b - 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 - b^5)^2$$
$$= (a^5 + 3a^4b - 2a^3b^2 + 2a^2b^3 - 3ab^4 - b^5)^2 + (a^5 - 3a^4b - 2a^3b^2 - 2a^2b^3 - 3ab^4 + b^5)^2.$$

Les coefficients du développement de f sont donnés par le triangle de Pascal.

On continuera facilement pour les puissances supérieures de m.

Pour résoudre le problème particulier

$$2x^2 = f^2 + g^2$$

il y a plusieurs méthodes générales obtenues à l'aide de deux ou trois indéterminées.

Si nous partons d'une solution connue

$$h^2 + l^2 = 2p^2$$

on aura la solution générale suivante :

$$[h(2u^2 + y^2 - z^2) - 2y(2pu - lz)]^2 + [l(2u^2 + z^2 - y^2) - 2z(2pu - hy)]^2 = 2[(z^2 + y^2 + 2u^2)p - 2u(hy + lz)]^2.$$

Ed. Lucas, dans ses *Recherches sur l'analyse indéterminée* (Moulins, 1873, p. 33), indique :

$$f = (a + b)^2 - 2a^2 \qquad g = (a + b)^2 - 2b^2 \qquad x = (a + b)^2 - 2ab$$

La même solution est encore indiquée page 40 de la *Notice sur la vie et les travaux de Victor-Amédée Le Besgue*, par MM. Abria et Houel.

Voici une méthode élémentaire pour l'obtenir :

Il suffit de poser

$$f = x + l \qquad g = x - s$$

d'où $$2(l^2 + s^2)^2 = (s^2 + 2ls - l^2)^2 + (l^2 + 2ls - s^2)^2.$$

On peut enfin poser

$$f = z + l \qquad g = z + p \qquad x = z + q$$

ce qui donne

$$2[l^2 + p^2 + 2q^2 - 2q(l + p)]^2 = [l^2 - p^2 + 2q^2 - 2l(2q - p)]^2 + [p^2 + 2q^2 - l^2 - 2p(2q - l)]^2.$$

***

On retrouve la formule

$$2x^2 = f^2 + g^2$$

dans l'étude des nombres congruents.

L'étude de ces nombres figure dans les écrits de FIBONACCI. Ce sont les nombres n pour lesquels les deux équations

$$s^2 + n = u^2$$
$$s^2 - n = w^2$$

sont possibles en nombres rationnels.

WOEPCKE a traduit deux manuscrits arabes où il en est question, et a donné diverses formules pour leur détermination; A. GENOCCHI s'en est aussi occupé.

[Consulter *Association française pour l'avancement des Sciences*, 1880, Reims, p. 242, art. de M. DESBOVES; EULER, *passim*; *Ann. Math.*, 1879, p. 490; *Encyclopédie des Sciences mathématiques*, t. I, vol. 3, fasc. 1, p. 29; *Sphinx-Œdipe*, sept. 1906 et mars 1907.]

FIBONACCI avait posé $n = Ay^2$, et Ed. LUCAS a démontré que Ac^2 est de la forme $ab(a + b)(a - b)$, condition nécessaire et suffisante.

BEHA-ED-DIN avait proposé de résoudre

$$x^2 + xy + 2y^2 = u^2$$
$$x^2 - xy - 2y^2 = v^2.$$

GENOCCHI a indiqué les solutions suivantes :

$$x = 34, \qquad u = 46, \qquad v = 14, \qquad y = 15.$$

Voici une solution nouvelle $y = -32$.

*
* *

La deuxième partie du problème donne

$$2Ay^p = f^2 - g^2$$

qui se ramènera à

$$2x^2 = f^2 - g^2$$

dont voici une solution générale à l'aide de trois indéterminées

$$[2l^2 - m^2 - n^2 + 2m(3n - 4l)]^2 + 2[4l^2 + 2n^2 - 2m^2 - 2l(3n - m)]^2 = [3m^2 + 6l^2 + 3n^2 - 2n(m + 4l)]^2$$

si, d'autre part, on avait

$$x^2 = u^2 - v^2$$

il est facile de passer d'une solution à l'autre, car

$$2(u^2 - v^2) = f^2 - g^2$$

s'écrit

$$f^2 + 2v^2 = g^2 + 2u^2,$$

et l'on a, par exemple, d'après EULER :

$$(mf + 2ng)^2 + 2(nf - mg)^2 = (mf - 2ng)^2 + 2(nf + mg)^2$$

on sait aussi que l'on aura

$$x^4 = (u^2 - v^2)^2 = (u^2 + v^2)^2 - (2uv)^2$$

et l'on continuera ainsi à l'infini.

M. Auguste BOUTIN

Membre de la Société Mathématique de France (Paris).

DÉVELOPPEMENT DE $\sqrt{N}$ EN FRACTION CONTINUE ET RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS DE FERMAT

— 4 août. —

Si on réduit en fraction continue la racine carrée du nombre entier N, les quotients incomplets forment une suite périodique; le premier quotient a est $\sqrt{N}$, à l'unité près par défaut, et ne se reproduit pas; la période commence au second terme et se termine par $2a$. Cette période, sauf le terme $2a$, est symétrique. On a donc :

$$\sqrt{N} = a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c + \cdots + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{2a + \cfrac{1}{b + \cdots}}}}}.$$

Nous posons, pour simplifier l'écriture,

$$\sqrt{N} = (a, b, c, \ldots\ldots c, b, 2a).$$

La parenthèse du second membre comprenant a et une période de quotients incomplets.

Nous avons calculé $\sqrt{N}$, de $N = 2$ à $N = 1023$. (Cette table a été présentée à la Section.) Ce tableau, qui donne une fois pour toutes des résultats fastidieux à calculer, rendra donc des services dans les cas assez nombreux où l'on aura à développer une racine carrée en fraction continue. Il permet, en outre, de vérifier quelques propositions, dont les unes sont bien connues, les autres moins. Le rapprochement de certains résultats permettra des inductions qui avanceront la théorie de cet algorithme, dont quelques points restent encore à étudier.

1° Le dernier terme de la période est $2a$;

2° Abstraction faite du dernier terme, la période est symétrique;

3° Quand le nombre des termes de la période est impair, tous les facteurs premiers de N ou $\frac{N}{2}$ sont de la forme : $4n + 1$. La réciproque n'est pas vraie.

4° Si a et les p premiers termes de la période sont communs aux développements de $\sqrt{N}$ et $\sqrt{N + k}$, h et h' désignant respectivement les premiers termes non communs, on a : $h < h'$, ou $h > h'$, suivant que leur rang dans la période est pair ou impair ;

5° $\sqrt{a^2 + 1} = (a, 2a)$;

6° $\sqrt{a^2 - 1} = (a - 1, 1, 2a - 2)$;

7° $\sqrt{a^2 + 2} = (a, a, 2a)$;

8° $\sqrt{a^2 - 2} = (a - 1, 1, a - 2, 1, 2a - 2)$;

9° $\sqrt{a^2 + a} = (a, 2, 2a)$;

10° $\sqrt{4a^2 + 4} = (2a, a, 4a)$;

11° $\sqrt{4a^2 + a} = (2a, 4, 4a)$;

12° $\sqrt{4a^2 - a} = (2a - 1, 1, 2, 1, 4a - 2)$;

13° $\sqrt{9a^2 + 2a} = (3a, 3, 6a)$;

14° $\sqrt{9a^2 - 2a} = (3a - 1, 1, 1, 1, 6a - 2)$;

15° $\sqrt{9a^2 + 10a + 3} = (3a + 1, 1, 2, 3a + 1, 2, 1, 6a + 2)$;

16° $\sqrt{9a^2 + 8a + 2} = (3a + 1, 2, 1, 3a, 1, 2, 6a + 2)$;

17° $\sqrt{a^2b^2 + 2b} = (ab, a, 2ab)$;

18° $\sqrt{a^2 + \frac{2a}{b}} = (a, b, 2a)$ b divisant $2a$;

19° $\sqrt{25a^2 + 14a + 2} = (5a + 1, 2, 2, 10a + 2)$;

20° $\sqrt{25a^2 - 14a + 2} = (5a - 2, 1, 1, 1, 1, 10a - 4)$;

21° $\sqrt{36a^2 + 17a + 2} = (6a + 1, 2, 2, 2, 12a + 2)$;

22° $\sqrt{36a^2 - 17a + 2} = (6a - 2, 1, 1, 2, 1, 1, 12a - 4)$;

23° $\sqrt{(2a + 1)^2 + 4} = (2a + 1, a, 1, 1, a, 4a + 2)$;

24° $\sqrt{a^2 + a - \frac{a - b}{4b + 2}} = (a, 2, 2b, 2, 2a)$;

$a - b$ devant être multiple de $4b + 2$;

25° $\sqrt{a^2 - a + \dfrac{a+b}{4b+2}} = (a-1, 1, 1, 2b, 1, 1, 2a-2)$

$a + b$ devant être multiple de $4b + 2$;

26° $\sqrt{a^2 + \dfrac{4ab+1}{4b^2+1}} = (a, 2b, 2b, 2a)$

$a - b$ étant multiple de $4b^2 + 1$;

27° $\sqrt{a^2 + a + \dfrac{ab^2+b^2+1}{(b+1)^2+1}} = (a, 1, b, b, 1, 2a)$;

A chaque détermination impaire de b, correspond une forme linéaire de a, telle que la quantité sous le radical est un nombre entier.

28° $\sqrt{(k+1)^2 a^2 - a} = (ka + a - 1, 1, 2k, 1, 2ka + 2a - 2)$;

29° $\sqrt{(2k+3)^2 a^2 - 2a} = (2ka + 3a - 1, 1, 2k+1, 1, 4ka + 6a - 2)$;

30° $\sqrt{(10a+7)^2 + 11a + 8} = (10a + 7, 1, 1, 4, 1, 1, 20a + 14)$;

31° $\sqrt{(10a-7)^2 - 11a + 8} = (10a - 8, 2, 4, 2, 20a - 16)$;

32° $\sqrt{144a^2 + 127a + 28} = (12a + 5, 3, 2, 3, 24a + 10)$;

33° $\sqrt{144a^2 - 127a + 28} = (12a - 6, 1, 2, 2, 2, 1, 24a - 12)$;

34° $\sqrt{169a^2 + 198a + 58} = (13a + 7, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 26a + 14)$;

35° $\sqrt{169a^2 - 198a + 58} = (13a - 8, 2, 1, 1, 2, 26a - 16)$;

36° $\sqrt{(14a+10)^2 + 15a + 11} = (14a + 10, 1, 1, 6, 1, 1, 28a + 20)$;

37° $\sqrt{(14a-10)^2 - 15a + 11} = (14a - 11, 2, 6, 2, 28a - 22)$;

38° $\sqrt{225a^2 + 52a + 3} = (15a + 1, 1, 2, 1, 2, 1, 30a + 2)$;

39° $\sqrt{225a^2 - 52a + 3} = (15a - 2, 3, 1, 3, 30a - 4)$;

40° $\sqrt{289a^2 + 76a + 5} = (17a + 2, 4, 4, 34a + 4)$;

41° $\sqrt{289a^2 - 76a + 5} = (17a - 3, 1, 3, 3, 1, 34a - 6)$;

42° $\sqrt{(20a+9)^2 - 9a - 4} = (20a + 8, 1, 3, 2, 3, 1, 40a + 16)$;

43° $\sqrt{(20a-9)^2 + 9a - 4} = (20a - 9, 4, 2, 4, 40a - 18)$;

44° $\sqrt{841a^2 + 82a + 2} = (29a + 1, 2, 2, 2, 2, 58a + 2)$;

45° $\sqrt{841a^2 - 82a + 2} = (29a - 2, 1, 1, 2, 2, 1, 1, 58a - 4)$;

46° $\sqrt{625a^2 + 364a + 53} = (25a + 7, 3, 1, 1, 3, 50a + 14)$;

47° $\sqrt{625a^2 - 364a + 53} = (25a - 8, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 50a - 16)$;

48° $\sqrt{4a^2 + 4a - 3} = (2a, 1, a - 1, 2, a - 1, 1, 4a)$;

49° $\sqrt{81a^2 + 44a + 6} = (9a + 2, 2, 4, 9a + 2, 4, 2, 18a + 4)$;

50° $\sqrt{81a^2 - 44a + 6} = (9a - 3, 1, 1, 3, 1, 9a - 4, 1, 3, 1, 1, 18a - 6)$;

51° $\sqrt{49a^2 - 20a + 2} = (7a - 2, 1, 1, 3, 7a - 2, 3, 1, 1, 14a - 4)$;

52° $\sqrt{49a^2 + 20a + 2} = (7a + 1, 2, 2, 1, 7a, 1, 2, 2, 14a + 2)$;

53° $\sqrt{289a^2 - 90a + 7} = (17a - 3, 2, 1, 5, 17a - 3, 5, 1, 2, 34a - 6)$;

54° $\sqrt{289a^2 + 90a + 7} = (17a + 2, 1, 1, 1, 4, 1, 17a + 1, 1, 4, 1, 1, 1, 34a + 4)$;

55° $\sqrt{36a^2 + 28a + 5} = (6a + 2, 3, 3a, 1, 4, 1, 3a, 3, 12a + 4)$;

56° $\sqrt{36a^2 - 28a + 5} = (6a - 3, 1, 1, 1, 3a - 2, 6, 3a - 2, 1, 1, 1, 12a - 6)$;

57° $\sqrt{81a^2 + 54a + 27} = (9a + 3, a, 2, 1, 2a, 9a + 3, 2a, 1, 2, a, 18a + 6)$;

58° $\sqrt{144a^2 - 80a + 12} = (12a - 4, 1, 2, 3a - 2, 1, 5, 6a - 2, 5, 1, 3a - 2, 2, 1, 24a - 8)$;

59° $\sqrt{144a^2 + 80a + 12} = (12a + 3, 2, 1, 3a, 5, 1, 6a, 1, 5, 3a, 1, 2, 24a + 6)$;

60° $\sqrt{(6a + 1)^2 + (8a + 2)^2} = (10a + 2, 4, 1, 5a, 3, 3, 5a, 1, 4, 20a + 4)$;

61° $\sqrt{(6a - 1)^2 + (8a - 2)^2} = (10a - 3, 1, 4, 5a - 2, 1, 2, 2, 1, 5a - 2, 4, 1, 20a - 6)$;

62° $\sqrt{36a^2 + 108a + 69} = (6a + 8, 1, a, 2, 3a + 3, 1, 4a + 4, 1, 3a + 3, 2, a, 1, 12a + 16)$;

63° $\sqrt{a^2 + a + \dfrac{5a + 8}{21}} = (a, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2a)$,

a étant de la forme : $21p + 11$;

64° $\sqrt{(55a - 27)^2 + 68a - 33} = (55a - 27, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 110a - 54)$;

65° $\sqrt{(53a + 9)^2 + 46a + 8} = (53a + 9, 2, 3, 3, 2, 106a + 18)$;

66° $\sqrt{(37a - 4)^2 + 62a - 6} = (37a - 4, 1, 5, 5, 1, 74a - 8)$;

67° $\sqrt{(85a + 16)^2 + 94a + 18} = (85a + 16, 1, 1, 4, 4, 1, 1, 170a + 32)$;

68° $\sqrt{(185a+30)^2+86a+14} = (185a+30, 4, 3, 3, 4, 370a+60)$

69° $\sqrt{(265a+19)^2+166a+12} = (265a+19, 3, 5, 5, 3, 530a+38)$;

70° $\sqrt{(445a+26)^2+424a+23} = (445a+26, 2, 10, 10, 2, 890a+52)$;

71° $\sqrt{(445a-27)^2+466a-28} = (445a-27, 1, 1, 10, 10, 1, 1, 890a-54)$;

72° $\sqrt{a^2+\dfrac{68ab+42a+34}{34b^2+42b+13}} = (a, b, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, b, 2a)$.

Exemples :

73° $b=1\ \sqrt{(89a-44)^2+110a-54} = (89a-44, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 178a-88)$;

74° $b=2\ \sqrt{(233a-118)^2+178a-90} = (233a-118, 2, \ldots\ldots)$;

75° $b=3\ \sqrt{(445a+311)^2+246a+172} = (445a+311, 3, \ldots\ldots)$;

76° $b=4\ \sqrt{(725a+494)^2+314a+214} = (725a+494, 4, \ldots\ldots)$;

77° $b=5\ \sqrt{(1073a+28)^2+382a+10} = (1073a+28, 5, \ldots\ldots)$;

78° $\sqrt{4a^2(2k+1)^2+a[2(2k+1)^2-1]+k^2+k} = (4ak+2a+k, 2, 2k, 2, 8ak+4a+2k)$;

79° $\sqrt{[2m(2k+1)+3k+1]^2+m(4k+3)+3k+2} = (4km+2m, 1, 1, 2k, 1, 1, 8km+4m)$;

80° $(a, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 2a)$ ne saurait représenter la racine carrée d'un nombre entier;

81° $(a, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 2a)$ ne saurait représenter la racine carrée d'un nombre entier;

82° $\sqrt{x} = (a, 3, \mathrm{K}, 3, 2a)$;

Quel que soit l'entier K, on peut trouver une forme linéaire pour a, telle que x soit entier;

83° $\sqrt{x} = (a, 4, 2\mathrm{K}, 4, 2a)$;

Quel que soit l'entier K, on peut trouver une forme linéaire pour a, telle que x soit entier;

84° b et c étant des entiers quelconques, mais tels que pour c impair, b soit pris obligatoirement impair, pour chaque détermination de b et c, on trouvera une forme linéaire pour a, telle que x soit entier et que l'on ait :

$$\sqrt{x} = (a, b, c, b, 2a);$$

85° $\sqrt{x} = (a, 2K, 2, 2, 2K, 2a)$.

Quel que soit l'entier K, on peut trouver une forme linéaire pour a, telle que x soit entier;

86° Si l'on a :

$$\sqrt{x} = (a, 1, 1, 1, \ldots\ldots 1, 1, 2a),$$

l'unité étant répétée n fois dans la période, on aura :

$$x = a(a+1) + \frac{au_{n-2} + u_{n-1}}{u_{n+1}},$$

u_n désignant le terme de rang n de la suite de Lamé ou Fibonacci, où $u_0 = 0$.

On peut toujours trouver, quel que soit n, sauf le cas où $n+1$ est multiple de 3, une infinité de valeurs entières de a, telles que x soit entier.

On pourrait multiplier indéfiniment les remarques analogues aux précédentes;.

87° Dans l'étendue de la table suivante, les seuls nombres pour lesquels la période des quotients incomplets ait un nombre impair de termes, et par suite pour lesquels l'équation de Fermat :

$$x^2 - Ny^2 = -1$$

soit résoluble en nombres entiers, sont les suivants (les tirets séparent les carrés des entiers consécutifs)

2, — 5, — 10, 13, — 17, — 26, 29, — 37, 41, — 50, 53, 58, 61, — 65, 73, 74,
— 82, 85, 89, 97, — 101, 106, 109, 113, — 122, 125, 130, — 145, 149, 147, —
170, 173, 181, 185, 193, — 197, 202, 218, — 226, 229, 233, 241, 250,
— 257, 265, 269, 274, 277, 281,
— 290, 293, 298, 313, 314, 317,
— 325, 337, 338, 346, 349, 353,
— 362, 365, 370, 373, 389, 394, 397,
— 401, 409, 421, 425, 433,
— 442, 445, 449, 457, 458, 461, 481,
— 485, 493, 509, 521,
— 530, 533, 538, 541, 554, 557, 565, 569,
— 577, 586, 593, 601, 610, 613, 617,
— 626, 629, 634, 641, 653, 673,
— 677, 685, 697, 698, 701, 709,
— 730, 733, 746, 754, 757, 761, 769, 773, 778,
— 785, 794, 797, 809, 818, 821, 829,
— 842, 845, 853, 857, 865, 877, 881,
— 901, 914, 922, 925, 929, 937, 941, 949, 953,
— 962, 965, 970, 977, 985, 986, 997, 1009, 1010, 1013, 1018, 1021.

ÉQUATIONS DE FERMAT

On nomme équations de Fermat les équations indéterminées :

$$x^2 - Ny^2 = \pm 1.$$

Ces équations sont celles auxquelles se ramènent tous les problèmes d'analyse indéterminée du second degré, où le nombre des solutions est infini.

Nous rappelons que si on prend : $+1$ pour le second membre, l'équation correspondante admet toujours une infinité de solutions en nombres entiers; en dehors de : $x = 1$, $y = 0$, si $x = m$, $y = n$ est *la plus petite* solution en nombres entiers, on obtient *toutes* les solutions par les suites récurrentes :

$$x_0 = 1 \qquad x_1 = m \qquad \ldots\ldots x_p = 2mx_{p-1} - x_{p-2}.$$
$$y_0 = 0 \qquad y_1 = n \qquad \ldots\ldots y_p = 2my_{p-1} - y_{p-2}.$$

Si on prend : -1 pour le second membre, l'équation correspondante n'est résoluble en nombres entiers que si la période des quotients incomplets du développement de $\sqrt{N}$ en fraction continue admet un nombre impair de termes; cette condition nécessaire est également suffisante. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que tous les facteurs premiers de N ou de $\frac{N}{2}$ soient de la forme : $4K + 1$; mais cette condition nécessaire n'est pas suffisante. — Nous donnons plus haut la table des nombres pour lesquels $\sqrt{N}$ a un nombre impair de termes. Les nombreuses formules précédentes donnent la forme quadratique de pareils nombres, pour quelques périodes simples.

Quand l'équation où le second nombre est : -1 est résoluble en nombres entiers, les deux équations de Fermat qui répondent à la même valeur de N, ont toutes leurs solutions fournies par les mêmes suites récurrentes; si $x_1 = m$, $y_1 = n$ est la plus petite solution en nombres entiers de :

$$x^2 - Ny^2 = -1.$$

Ces suites sont :

$$x_0 = 1 \qquad x_1 = m \qquad \ldots\ldots x_p = 2mx_{p-1} + x_{p-2}.$$
$$y_0 = 0 \qquad y_1 = n \qquad \ldots\ldots y_p = 2my_{p-1} + y_{p-2}.$$

Les solutions de : $x^2 - Ny^2 = +1$ sont fournies par les x et y d'indice pair; celles de : $x^2 - Ny^2 = -1$ par les x et y d'indice impair.

Il suffit donc, pour chaque valeur de N, de connaître ces plus petites valeurs : m et n. Ce sont respectivement le numérateur et le dénominateur de la réduite qui, dans le développement de $\sqrt{N}$ en fraction continue, correspond au quotient incomplet qui précède le dernier terme de la période.

D'une façon générale, x_p et y_p peuvent s'écrire en termes finis :

$$x_p = \frac{(m + n\sqrt{\mathrm{N}})^p + (m - n\sqrt{\mathrm{N}})^p}{2}$$

$$y_p = \frac{(m + n\sqrt{\mathrm{N}})^p - (m - n\sqrt{\mathrm{N}})^p}{2\sqrt{\mathrm{N}}}.$$

Si le second nombre de l'équation de Fermat est : — 1, les mêmes formules résolvent les deux équations, dans un cas pour p pair, dans l'autre pour p impair. En développant ces formules, on a :

$$x_p = m^p + \frac{p(p-1)}{1.2} m^{p-2} n^2 \mathrm{N} + \frac{p(p-1)(p-2)(p-3)}{1.2.3.4} m^{p-4} n^4 \mathrm{N}^2 + \ldots\ldots$$

$$y_p = pm^{p-1} n + \frac{p(p-1)(p-2)}{1.2.3} m^{p-3} n^3 \mathrm{N} + \ldots\ldots$$

Nous avons calculé ces plus petites valeurs initiales : m et n pour N allant de 2 à 450 (*). Quand N est suivi de l'indication : (— 1), cela indique que le second membre de l'équation de Fermat correspondante est : — 1 ; dans tous les autres cas, ce second membre est : + 1.

En dehors de ces exemples numériques, si N est un polynôme convenablement choisi du second degré en a, les équations de Fermat correspondantes sont résolues par des polynômes qui en donnent alors une infinité de cas particuliers numériques. En voici quelques exemples que l'on pourrait indéfiniment multiplier :

N		m	n
$a^2 + 1$	(— 1)	a	1
$a^2 - 1$		a	1
$a^2 \pm 2$		$a^2 \pm 1$	a
$a^2 \pm a$		$2a \pm 1$	2
$4a^2 \pm 4$		$2a^2 \pm 1$	a
$4a^2 \pm a$		$8a \pm 1$	4
$(2p+3)^2 a^2 \pm 2a$		$(2p+3)^2 a \pm 1$	$2p + 3$
$9a^2 + 8a + 2$		$81a^2 + 72a + 17$	$27a + 12$
$9a^2 \pm 10a + 3$		$81a^2 \pm 90a + 26$	$27a \pm 15$
$25a^2 \pm 14a + 2$	(— 1)	$25a \pm 7$	5
$144a^2 \pm 127a + 28$		$288a \pm 127$	24
$36a^2 \pm 17a + 2$		$72a \pm 17$	12
$169a^2 \pm 198a + 58$	(— 1)	$169a \pm 99$	13
$p^2 a^2 \pm a$		$2p^2 a \pm 1$	$2p$
$(2a+1)^2 + 4$	(— 1)	$4a^3 + 6a^2 + 6a + 2$	$2a^2 + 2a + 1$
$841a^2 \pm 82a + 2$	(— 1)	$841a \pm 41$	29

(*) Ces solutions ont été présentées à la Section.

Dans les formules précédentes, les signes doivent être pris parallèlement.

D'une façon générale, a, b et c étant des entiers liés par une des relations : $b^2 - ca^2 = \pm 1$,

Les relations de Fermat ;

$$x^2 - Ny^2 = \pm 1$$

où : $N = a^2p^2 + 2bp + c$, sont résolues, suivant notre notation, en prenant : $m = a^2p + b \qquad n = a$

où p prendra pour valeurs successives la suite des nombres entiers, b étant positif ou négatif. Cela généralise, en quelque sorte, l'équation dont $N = c$ est le cas particulier répondant à $p = 0$.

Si on considère p comme une variable, a, b, c, étant numériques ou littéraux, les suites récurrentes qui résolvent les équations de Fermat, où

$$N = a^2p^2 + 2bp + c,$$

sont des polynômes en p, tels que x_k est du degré k, et y_k du degré $k-1$. Ces polynômes satisfont respectivement aux équations différentielles linéaires du second ordre :

$$N\frac{d^2x_k}{dp^2} + \frac{dN}{2dp}\cdot\frac{dx_k}{dp} - k^2a^2x_k = 0,$$

$$N\frac{d^2y_k}{dp^2} + \frac{3dN}{2dp}\cdot\frac{dy_k}{dp} - (k^2-1)a^2y_k = 0.$$

M. A. PELLET

Professeur à la Faculté des Sciences (Clermont-Ferrand).

SUR LES ÉQUATIONS AYANT TOUTES LEURS RACINES RÉELLES

— 4 août —

1. — Si une équation a toutes ses racines réelles, il en est de même de l'une quelconque de ses dérivées. Soit :

$$f(x_1y) = a_0x^m + ma_1x^{m-1}y + \ldots\ldots$$
$$+ \frac{m(m-1)\ldots\ldots(m-n+1)}{1.2\ldots\ldots n}a_nx^{m-n}y^n + \ldots\ldots$$
$$+ ma_{m-1}xy^{m-1} + a_mxy^m = 0$$

une telle équation. Les dérivées $(m-2)^e$ du premier membre par rapport à x et y sont, en divisant par le facteur $m(m-1)\ldots\ldots 4.3$:

$$a_0x^2 + 2a_1xy + a_2y^2\ldots\ldots, \qquad a_{n-1}x^2 + 2a_nxy + a_{n+1}y^2\ldots\ldots$$

D'où les relations :

$$a_1^2 - a_0a_2 \geqslant 0, \ldots\ldots, \qquad a_n^2 - a_{n-1}a_{n+1} \geqslant 0, \ldots\ldots$$

Si donc on pose :

$$c_{n-1} = \frac{a_{n-1}a_{n+1}}{a_n^2} \quad a_0 = 1, \quad a_2 = ca_1^2, \ldots\ldots, \quad a_n = c^{n-1}c_1^{n-2} \quad c_{n-2}a_1^n, \ldots\ldots$$

les quantités $c, c_1, \ldots\ldots, c_{m-2}$ seront toutes comprises entre $-\infty$ et $+1$.

De même, en prenant les dérivées $(m-3)^e$, les équations :

$$0 = a_0x^3 + 3a_1x^2y + 3a_2xy^2 + a_3y^3,$$
$$0, = a_nx^3 + 3a_{n+1}x^2y + 3a_{n+2}xy^2 + a_{n+3}y^3$$

doivent avoir leurs racines réelles.

Or considérons l'équation :

$$1 + 3x + 3cx^2 + c^2c_1x^3 = 0;$$

la condition connue de réalité donne :

$$c^4c_1^2 + 4c^3 + 4c^2c_1 - 3c^2 - 6c^3c_1 \leqslant 0,$$

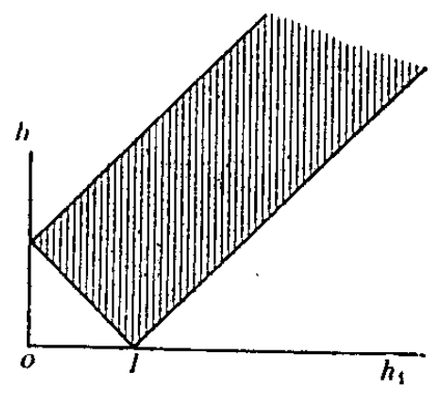
ou, en posant :

$$c = 1 - \frac{1}{h^2}, \qquad c_1 = 1 - \frac{1}{h_1^2},$$

$$= \frac{(h^2-1)^2}{h^8h_1^4}\left[h_1^2 - (h+1)^2\right]\left[h_1^2 - (h-1)^2\right] \leqslant 0.$$

Ainsi, en prenant h et h_1 positifs, le point h, h_1 est situé dans la partie hachurée du plan, comprise entre la droite :

$$h + h_1 = 1$$



et les deux droites parallèles :

$$h - h_1 = 1, \qquad -h + h_1 = 1.$$

Posons : $c_\alpha = 1 - \frac{1}{h_\alpha^2}$; $h_{\alpha+1}$ est compris entre $h_\alpha + 1$ et $h_\alpha - 1$, si $h_\alpha > 1$. h étant égal ou supérieur à $m - 1$, h_α sera compris entre $h + \alpha$ et $h - \alpha$, h_{m-2} entre $h + m - 2$ et $h - m + 2$, et toutes les quantités c_α seront positives.

2. — Soient $x_1, x_2, \ldots\ldots, x_m$, m quantités positives dont la somme est égale à 1 et :

$$x^m + x^{m-1} + p_2 x^{m-2} + \ldots\ldots + p_m = 0,$$

l'équation admettant ces quantités prises avec le signe — pour racines. On pourra mettre p_n sous la forme :

$$p_n = \frac{m(m-1)\ldots\ldots(m-n+1)}{1.2\ldots\ldots n} \frac{c^{n-1}c_1^{n-2}\ldots\ldots c_{n-2}}{m^n};$$

avec la condition $c_\alpha = 1 - \frac{1}{h_\alpha^2}$, h_α étant supérieur à 1 et deux h consécutifs, h_α, $h_{\alpha+1}$ satisfaisant aux relations indiquées.

Si $c = 1$, $c_1, c_2, \ldots\ldots c_{m-2}$ sont aussi égaux à 1 ; Si $h = \frac{1}{\sqrt{1-c}}$ est supérieur ou égal à $m - 1$, les quantités $p_2, \ldots\ldots, p_m$ sont comprises entre deux limites, l'une supérieure, l'autre inférieure. La limite inférieure ne subsiste plus pour quelques valeurs de l'indice, m, $m - 1^1$, ... si $h < m - 1$.

Désignons par :

$$y^m + P_1 y^{m-1} + P_2 y^{m-2} + \quad + P_m = 0.$$

l'équation admettant pour racines les quantités, $1 - x_1$, $1 - x_2$, ... $1 - x_m$, prises avec le signe —. Elle s'obtient en remplaçant x par $-1 - y$ dans la précédente, et changeant le signe lorsque m est impair. On a :

$$P_m = \left| p_2 - p_3 + p_4 - \quad + (-1)^m p_m \right| \geqslant p_2 - p_3$$

$$\frac{(m-1)}{2m} c > P_m > \frac{(m^2-1)}{3m^2} c, \quad p_2 - p_3 = \frac{m(m-1)}{1.2} \frac{c}{m^2}\left(1 - \frac{cc_1(m-2)}{3m}\right)$$

$$\geqslant \frac{m(m^2-1)c}{3m^3} = \frac{(m^2-1)c}{3m^2}$$

D'une manière générale :

$$P_{m-n} = \frac{m(m-1)\ldots\ldots(m-n+1)}{1.2\ldots\ldots n}\left[x^{m-n} + \frac{m-n}{m} x^{m-n-1} + \ldots\ldots\right]$$

pour $x = -1$; donc :

$$\frac{m\,(m-1)\,\ldots\,.\,(m-n+1)}{1.2\,\ldots\,.\,n} > P_{m-n} \geqslant \frac{m\,(m-1)\,\ldots\,.\,(m-n+1)}{1.2\,\ldots\,.\,n}\,\frac{n}{m}$$

$$= \frac{(m-1)\,\ldots\,.\,(m-n+1)}{1.2\,\ldots\,.\,n-1}$$

$$P_1 = m-1\,;\; P_2 = \frac{m\,(m-1)}{1.2}\left(1 - \frac{2}{m} + \frac{c}{m^2}\right).$$

3. — Pour que l'équation du 4e degré :

$$a_0x^4 + 4a_1x^3 + 6a_2x^2 + 4a_3x + a_4 = 0$$

ait toutes ses racines réelles, il faut (Halphen, traité des fonctions elliptiques, 1re partie, p. 121) que S et T, désignant les invariants :

$$S = a_0a_4 - 4a_1a_3 + 3a_2^2, \qquad T = a_0a_2a_4 + 2a_1a_2a_3 - a_2^3 - a_0a_3^2 - a_1^2a_4,$$

que l'on ait :

$$S > 0, \qquad 12\,(a_1^2 - a_0a_2)^2 - a_0^2S > 0, \qquad S^3 - 27\,T^2 > 0.$$

Pour :

$$a_0 = a_1 = 1, \qquad a_2 = c, \qquad a_3 = c^2c_1, \qquad a_4 = c^3c_1^2c_2,$$

il vient :

$$S = c^2\,(cc_1^2c_2 - 4c_1 + 3), \qquad T = c^3\,[c_1^2\,(cc_2 - c - c_2) + 2c_1 - 1].$$

Faisant :

$$c = 1 - \frac{1}{h^2}, \qquad c_1 = 1 - \frac{1}{h_1^2}, \qquad c_2 = 1 - \frac{1}{h_2^2},$$

et : $\qquad h = h_1 + \theta, \qquad h_2 = h_1 + \theta^1,$

θ et θ^1 sont inférieurs à 1 en valeur absolue et si h_1 est très grand, $\theta + \theta^1$ est d'ordre $\frac{1}{h_1}$.

En effet : $\qquad S = c^2\left[\frac{2\,(\theta+\theta^1)}{h_1^3} + \left(\frac{A}{h_1^4}\right)\right]$, A désignant une quantité finie pour h_1 infini, et la seconde inégalité devient :

$$\frac{12}{[(h_1+\theta)^2 - 1]^2} - \frac{2\,(\theta+\theta^1)}{h_1^3} - \frac{A}{h_1^4} > 0.$$

4. — Appelons *équation majorante* d'ordre n de l'équation :

$$0 = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots\ldots + a_nx^n + a_{n+1}x^{n+1} + \ldots\ldots,$$

l'équation :

$$0 = \alpha_0 + \alpha_1\xi \qquad + \alpha_{n-1}\xi^{n-1} - \xi^n + \alpha_{n+1}\xi^{n+1} + \ldots\ldots$$

où αi est une quantité positive égale ou supérieure au module de $\frac{ai}{a_n}$.

Lorsque cette équation a une racine positive ξ_1, l'équation proposée a_n racines seulement de modules inférieurs à ξ_1 et l'on peut former algébriquement l'équation de degré n qui admet ces n racines. (*Bulletin de la Société Mécanique,* 1895.) Pour que les équations majorantes de tout ordre d'une équation donnée aient chacune une racine positive, il faut qu'elles soient complètes et, de plus, qu'on ait pour toute valeur de n :

$$\left| \frac{a_{n-1}a_{n+1}}{a_n^2} \right| \leqslant \frac{1}{4}.$$

Ainsi elle est de la forme :

$$(1) \quad 1 + \frac{x}{q} + \frac{cx^2}{q^4} + \frac{c^2c_1}{q^4}x^3 + \qquad + \frac{c^{n-1}c_1^{n-2}\ldots\ldots c_{n-2}}{q^{n2}}x_n + \ldots\ldots = 0,$$

où q a un module égal à 2, et les quantités c des modules inférieurs à l'unité. Supposons q quelconque, les quantités c au plus égales à 1 et, pour simplifier la rédaction, toutes positives. Réduisant l'équation majorante d'ordre n aux trois termes :

$$\alpha_{n-1} - \xi + \alpha_{n+1}\xi^2 = 0,$$

on a l'équation :

$$1 - \frac{cc_1\ldots\ldots c_{n-2}}{q^{2n-1}}\xi + \frac{c^2c_1^2\ldots\ldots c_{n-2}^2c_{n-1}}{q^{4n}}\xi^2 = 0.$$

Pour que la valeur de ξ égale à $\frac{q^{2n+1}}{2cc_1c_{n-1}}$ qui rend minimum et négatif, le premier membre de cette équation du second degré, sépare les racines positives de l'équation majorante, il suffit que :

$$q^2 > 4 + \frac{1}{2} + \frac{1}{q^4}\left(8 + \frac{1}{4}\right) + \qquad + \frac{1}{q^{3m+m2}}\left(2^{m+2} + \frac{1}{2^{m+1}}\right) + \ldots.$$

inégalité qui est satisfaite si $q > 2{,}21$, quantité un peu inférieure à $\sqrt{5}$.

Si q est compris entre $\sqrt[4]{5}$ et $\sqrt{5}$, toutes les équations majorantes n'ont pas une racine positive forcément, mais la transformée de l'équation en posant $y = -x^2$ jouit de la propriété en question. Soit :

$$b_0 + b_1y + b_2y^2 + \qquad + b_ny^n + \ldots\ldots = 0$$

cette transformée. On a :

$$b_n = a_n^2 - 2a_{n-1}a_{n+1} + 2a_{n-2}a_{n+2} - \ldots. + (-1)^i\,2a_{n-i}a_{n+i} + \ldots.$$

et par suite : $$b_n = a_n^2 (1 + r_n),$$

r_n ayant un module inférieur à :

$$\frac{2}{q^2} + \frac{2}{q^8} + \qquad\qquad + \frac{2}{q^{2m_2}} +$$

quantité inférieure à l'unité si $q > \sqrt[4]{5}$.

Ainsi l'équation (1) a toutes ses racines réelles si tous les coefficients sont réels, q étant supérieur à $\sqrt[4]{5}$, et les quantités c étant positives ou négatives inférieures à 1 en valeur absolue, et satisfaisant aux relations :

$$C_{n-2}^2 \frac{|1 + r_{n-1}| \quad |1 + r_{n+1}|}{|1 + r_n|^2} < 1.$$

Comme exemple, la série :

$$1 + \frac{y}{q} + \frac{y^2}{2q^4} + \frac{y^3}{6q^9} + \cdots + \frac{y^n}{1.2 \ldots n q^{n^2}} + \cdots$$

où $q > \sqrt[4]{5}$ a tous ses zéros réels.

M. A. PELLET

SUR LES FONCTIONS ζ (a, s).

— 4 août —

Nous désignons par $\zeta(a, s)$ la fonction définie par la série, lorsque la partie réelle de s, $R(s)$, est > 1 :

$$\frac{1}{a^s} + \frac{1}{(a+1)^s} + \qquad\qquad + \frac{1}{(a+n)^s} +$$

On a :

$$(1) \quad \begin{cases} \zeta(a,s) = \dfrac{1}{(s-1)b^{s-1}} - \dfrac{s(s+1)}{24}\zeta(a,s+2) - \cdots \\ \qquad - \dfrac{s(s+1)\cdots(s+2k^{-1})}{(2k+1).1 2^{2k}}\zeta(a,s+2k)\cdots \end{cases}$$

où b représente $a - \frac{1}{2}$.

Lorsque a tend vers l'infini, la partie principale de $\zeta(a,s)$ est : $\frac{1}{(s-1)\,b^{s-1}}$, le module de la somme de tous les termes qui suivent ayant avec celui-ci un rapport qui tend vers 0. Posons $s = \sigma + ti$, σ et t réels. σ étant fixe, si t tend vers l'infini la formule est illusoire pour les valeurs de a inférieures à t, supposé positif; mais si on suppose $a > t$, la partie principale de $\zeta(a,1t)$ sera encore $\frac{1}{(s-1)b^{s-1}}$ lorsque t tend vers l'infini.

On a : $$|\,\zeta(a,\sigma+ti)\,| \leqslant \zeta(a,\sigma),\ a \text{ et } \sigma > 1.$$

mais : $$\zeta(a,\sigma) < \frac{1}{(\sigma-1)b^{\sigma-1}},$$ et :

$$\frac{2}{|\,\sigma-1+ti\,|\,b^{\sigma-1}} > \frac{1}{(\sigma-1)b^{\sigma-1}}$$

si $\sigma > 1 + \frac{t}{\sqrt{3}}$; donc $|\,\zeta(a,s\,| < \frac{2}{|\,s-1\,|\,b^{\sigma-1}}$ dans ces conditions :

Désignons par t_0 la plus petite racine positive de l'équation :

$$1 = 2\,|\,\frac{s(1-s)\,|}{24t^2} + \quad + 2\,|\,\frac{(s-1)s(s+1)\quad(s+2k-2)\,|}{(2k+1)!\qquad 2^{2k}\,t^{2k}} + \cdots$$

où $s = 1 + \frac{t}{\sqrt{3}} + ti$. Alors pour $t > t_0$, l'inégalité :

$$(2) \qquad \left|\,\frac{2}{(s-1)b^{s-1}}\,\right| > \left|\,\zeta(a,s)\,\right|$$

aura lieu pour $\sigma \geqslant 1 + \frac{t}{\sqrt{3}}$, et $a > t$; et la formule (1) permettra de l'étendre aux valeurs de $\sigma < 1 + \frac{t}{\sqrt{3}}$. L'inégalité (2) est donc générale. Et l'on en déduit la proposition énoncée plus haut.

De ce fait que la partie principale de $\zeta(a,s)$ pour $s = \sigma + ti$, et $a \geqslant t$, est $\frac{1}{(s-1)b^{s-1}}$ lorsque t tend vers l'infini, j'ai cru d'abord qu'on pourrait en déduire une limite pour $\zeta(s)$, la fonction de Riemann, plus resserrée que celle de M. Landau : mais il n'en est rien et je reviens sur ce que j'ai dit à ce sujet au Congrès de Lyon.

M. Ernest LEBON

Agrégé de l'Université, Lauréat de l'Académie Française,
Professeur honoraire au Lycée Charlemagne.

DISPOSITION ET ÉTENDUE D'UNE TABLE D'ÉLÉMENTS DONNANT LES FACTEURS PREMIERS DES NOMBRES JUSQU'A CENT MILLIONS

— 7 août —

1. — Comme suite au Mémoire imprimé dans les *Comptes rendus* du Congrès tenu à Reims en 1907, je présente le premier Tableau de la *Table d'Éléments* de base 510510, donnant les facteurs premiers des nombres jusqu'à cent millions (exactement 100 059 960).

2. — La valeur limite du quotient K, obtenu en divisant N par B, est 195. Les moindres diviseurs premiers des nombres ont, au plus, quatre chiffres.

Soient K et K′ les caractéristiques relatives respectivement à un indicateur I, inférieur à $\frac{1}{2}$ B, et à l'indicateur I′, supplémentaire de I.

Chaque Tableau sert pour deux indicateurs supplémentaires et se compose de trois groupes.

Le *premier groupe* est $\begin{matrix}\mathbf{1}\\ \mathbf{510509}\end{matrix}$. A **1** et à **510509** se rapportent respectivement les caractéristiques k et k' dont chacune ne dépasse pas 194. En allant de gauche à droite, on voit une première colonne renfermant les caractéristiques k et une seconde colonne renfermant les caractéristiques k', rangées de telle sorte que les sommes de deux caractéristiques, situées sur la même ligne, plus 1 soient égales aux diviseurs premiers D dans leur ordre croissant. Le premier groupe doit contenir tous les diviseurs premiers D de 19 à 193 compris ; s'il manque certains de ces diviseurs, on met, au milieu des lignes correspondantes, les diviseurs manquants, en chiffres italiques.

Le *second groupe* est **1**. Sous **1** se trouvent, à gauche les autres caractéristiques k en ordre croissant, à droite les diviseurs premiers D correspondants. Pour les caractéristiques qui ont trois chiffres, on n'a inscrit que les chiffres des dizaines et des unités, le chiffre 1 des centaines étant supprimé ; on a laissé un blanc entre ces nombres symboliques et les nombres exacts de deux chiffres.

Le *troisième groupe* est **510509**. Sous **510509** se trouvent, à gauche les autres caractéristiques k en ordre croissant, à droite etc.

3. — A la Table d'Éléments sera jointe une feuille contenant une *Table de Restes*, obtenus en divisant K par les nombres premiers de 1 à 193 compris.

4. — Soit un nombre N non divisible par les nombres premiers de 2 à 17, dont le produit égale la base 510510, N étant au plus égal à 100 059 959. En divisant N par 510510, on obtient un quotient K et un reste I, qui est l'indicateur.

1° Lorsque K est égal à une des caractéristiques, soit du premier groupe et du second, soit du premier groupe et du troisième, du Tableau **I** de la Table d'Éléments, selon que I est soit inférieur à $\frac{1}{2}$ B, soit supérieur à $\frac{1}{2}$ B, N admet le facteur premier D situé sur la ligne de cette caractéristique.

2° Lorsque K ne se trouve pas parmi ces caractéristiques, on cherche K dans la Table de Restes. On descend verticalement, ligne à ligne, dans la colonne convenable des caractéristiques du premier groupe de la Table de Restes. Si, sur deux lignes de même rang de ces deux Tables, il y a égalité entre une caractéristique et un reste, on conclut que N admet le diviseur premier D situé sur la ligne de ce reste. Si une telle égalité ne se présente pas, on en conclut que N est premier.

Exemple. — Soit

$$N = 70\,960\,891 ;$$

on trouve

$$K = 139,\ I = 1.$$

La colonne à gauche des deux premiers groupes de la Table d'Éléments ne contient pas la caractéristique 139. On descend, comme il vient d'être expliqué, dans la colonne à gauche du premier groupe de la Table d'Éléments et dans la colonne 139 de la Table de Restes ; on y trouve, sur deux lignes de même rang, une caractéristique k et un reste égaux à 15 ; on en conclut que N admet le diviseur premier 31 qui est à droite de ce reste 15. Comme vérification, la Table d'Éléments donne $15 + 15 + 1 = 31$. Continuant à descendre de même, on trouve que N admet aussi le diviseur premier 73. En divisant par 31 et le quotient obtenu par 73, on trouve 31357 pour quotient final ; en parcourant les indicateurs, on voit que ce quotient est premier. Donc

$$70\,960\,891 = 31.73.31357.$$

1	
510509	
1	17
11	11
5	23
15	15
7	29
28	12
3	39
12	34
34	18
7	51
60	0
38	28
39	31
66	6
46	32
65	17
74	14
1	95
9	91
76	26
74	32
64	44
33	79
72	54
87	43
117	19
124	14
120	28
36	114
32	124
136	26
130	36
40	132
89	89
2	178
110	80
54	138
178	18
130	68
94	116
35	191
73	155
133	99
164	76
69	127
119	149

1	
4	1429
6	1451
13	677
14	1091
19	347
22	2647
23	3209
24	1693
30	5091
31	421
41	991
47	373
48	4397
50	4217
1	3307
53	1367
56	811
61	3167
67	521
68	349
70	2087
78	457
83	1093
86	547
90	1669
95	331
99	1163
02	1021
11	571
13	1061
14	4177
28	7517
31	2027
37	4637
38	4231
41	659
43	1667
44	433
45	5023
52	479
59	4447
60	6361
62	1327
65	1193
69	3631
71	2399
74	691
80	6449
86	5209
90	8447
94	409

510509	
2	1109
4	271
9	1237
24	1031
25	1181
27	439
30	293
35	719
38	263
41	683
49	2063
58	617
65	383
69	757
83	1627
85	1699
86	3221
97	1801
98	307
06	569
07	1301
09	2039
13	5297
15	1123
20	499
21	1889
23	3083
30	461
34	7039
36	7481
42	4783
43	971
44	1571
51	353
58	599
59	593
61	1319
80	2557

139 D	
6	19
1	23
23	29
15	31
28	37
16	41
10	43
45	47
33	53
21	59
17	61
5	67
68	71
66	73
60	79
56	83
50	89
42	97
38	101
36	103
32	107
30	109
26	113
12	127
8	131
2	137
0	139

5. — Considérons le second groupe **1**, par exemple. On voit que le nombre 31 ; **1** admet le diviseur premier 421. L'indicateur **1** a **510509** pour supplément. A

$$K = 31,\ D = 421,$$

il correspond

$$k' = 421 - 1 - 31,$$
$$= 389.$$

Le nombre 389 ; **510509** admet aussi le diviseur premier 421. Par suite, avec la Table d'Éléments, on peut obtenir des facteurs premiers d'autant de nombres supérieurs à cent millions qu'il y a de diviseurs premiers dans le second et le troisième groupe de chaque Tableau **I**.

6. — Jusqu'à cent millions, la Table d'Éléments, imprimée en caractères de corps 7 sur le format in-4° jesus, occuperait environ 2500 pages. Elle aurait une étendue cinq fois moindre qu'une Table de diviseurs des nombres allant à la même limite et disposée comme les Tables publiées pendant le XIX^e^ siècle. (On sait que ces Tables vont jusqu'à neuf millions.)

M. André GÉRARDIN

Directeur de la Revue *Sphinx OEdipe* (Nancy).

NOMBRES AMIABLES

— 5 août —

On sait que l'on appelle couples de nombres amiables deux nombres tels que la somme des parties aliquotes de l'un soit égale à l'autre nombre, et qu'à son tour la somme des parties aliquotes du deuxième soit égale au premier nombre.

La forme classique la plus simple est :

$$2^n x \qquad \text{et} \qquad 2^n yz$$

les nombres x, y, z étant *premiers*.

Le plus petit couple est :

$$220 = 2^2 \times 5 \times 11$$

et

$$284 = 2^2 \times 71.$$

Les autres solutions connues sont seulement au nombre de deux :

$$18.416 = 2^4 \times 23 \times 47$$

et

$$17.296 = 2^4 \times 1.151 ;$$

$$9.437.056 = 2^7 \times 191 \times 383$$

et

$$9.363.584 = 2^7 \times 73.727$$

Le Lasseur de Sanzey a montré qu'il ne pouvait y avoir d'autres solutions pour $n \leqslant 35$ avec les formules générales :

$$2^n [3.2^n - 1] [3.2^{n-1} - 1]$$

et

$$2^n [3^2.2^{2n-1} - 1]$$

[*Bibliographie.* — Consulter Ed. Lucas, *Théorie des Nombres*, p. 380. — *Encyclopédie des Sciences mathématiques*, édition française de J. Molk, t. 1, vol. III, p. 58.]

* * *

En partant de $2^n x$ et $2^n yz$, effectuons la somme des parties aliquotes cherchées ; on arrive immédiatement aux équations suivantes :

$$(1) \qquad 2^n x = (2^{n+1} - 1)(y + z + 1) + (2^n - 1) yz.$$

$$(2) \qquad 2^n yz = (2^n - 1) x + (2^{n+1} - 1),$$

ce qui donne, par addition et soustraction :

$$(3) \qquad x + yz = (2^{n+1} - 1)(y + z + 2)$$

$$(4) \qquad (y + 1)(z + 1) = (x + 1).$$

Tirons x de (4), et portons en (3).

$$(5) \qquad y [z + 1 - 2^n] = z (2^n - 1) + (2^{n+1} - 1).$$

L'inconnue z, représentant un nombre premier, sera donc de la forme :

$$z = 2^n - 1 + 2b,$$

et l'on aura : $\qquad y = 2^n - 1 + 2a,$

ce qui donne :

$$(6) \quad [2^n - 1 + 2a]\, 2b = [2^n - 1 + 2b]\, (2^n - 1) + (2^{n+1} - 1).$$

Et en effectuant, $\qquad 2a \times 2b = 2^{2n}.$

On voit donc que $2a$ et $2b$ sont des puissances de 2, et l'on peut poser :

$$2a = 2^{m+1} \qquad\qquad 2b = 2^{2n-m-1}.$$

D'autre part, le produit $(y + 1)(z + 1)$ ne peut être carré, sinon, d'après (4), x serait composé, étant la différence de deux carrés.

On doit donc avoir :

$$[2^n + 2^{2n-m-1}]\,[2^{m+1} + 2^n] \neq \text{carré.}$$

ou encore : $$2^{m+n+1}\,(2^{n-m-1} + 1)^2 \neq \text{carré.}$$

ce qui force à prendre :

$$m + n + 1 \quad \text{impair.}$$

Nous poserons donc en général :

$$n = m + 2g + 2;$$

et l'on aura alors, x y et z étant premiers :

$$z = 2^{m+2g+2}\,[2^{2g+1} + 1] - 1,$$
$$y = 2^{m+1}\,[2^{2g+1} + 1] - 1,$$
$$x = 2^{2m+2g+3}\,[2^{2g+1} + 1]^2 - 1.$$

Les travaux de Le Lasseur ont porté sur le cas de $g = 0$, que nous allons étudier spécialement.

Premier Cas.

En faisant $g = 0$, on aura :

$$z = 3.2^{m+2} - 1, \qquad y = 3.2^{m+1} - 1, \qquad x = 3^2.2^{2m+3} - 1.$$

Nous avons poussé cette étude jusqu'à $m = 100$, et les seuls nombres dont la composition est encore inconnue sont donnés par :

$$m = 38,\ 74,\ 98.$$

et pour $$m < 200$$

par $$m = 146,\ 149,\ 182,\ 185,\ 197.$$

Si x y et z sont premiers, on obtiendra de nouveaux couples de nombres amiables, mais si l'une des trois inconnues est composée, la valeur correspondante de m est éliminée. Il est inutile de chercher la composition de ces nombres de plus de 25 chiffres par les méthodes ordinaires de décomposition des nombres. On pourrait peut-être étudier cette question à l'aide des *formes*, les diviseurs pouvant avoir les formes :

$$3f^2 - g^2 \quad \text{ou} \quad f^2 - 3g^2, \qquad 6f^2 - g^2 \quad \text{ou} \quad f^2 - 6g^2, \quad \text{etc.}$$

Cette méthode serait peut-être acceptable pour les cas suivants, où l'on donnera à g les valeurs successives des entiers 1, 2, 3...

* * *

On remarquera que : $m \neq 0 \pmod 4$

sinon y serait multiple de 5; il y a exception pour $m = 0$, ce qui fournit la plus petite solution du problème.

De même $$m \neq 3 \pmod 4$$
sinon z serait multiple de 5.

On ne pourra donc avoir que :

$$m = 4s + 1, 2.$$

Si nous exprimons, d'autre part, que x ne peut être divisible par 7, on ne pourra plus poser que :

$$m = 12f + 2, 5, 6, 9.$$

En effet, par rapport au mod. 7, x peut s'écrire :

$$2^{2m+4} - 1 \neq 0 \pmod 7,$$
d'où $$2m + 4 \neq 0 \pmod 3,$$
$$m \neq 1 \pmod 3.$$

Nous aurons donc à étudier pour $m < 100$ les valeurs :

$$m = 2, 5, 6, 9, 14, 17, 18, 21, 26, 29, 30, 33, 38, 41, 42, 45, 50, 53, 54, 57, 62, 65, 66, 69, 74, 77, 78, 81, 86, 89, 90, 93, 98.$$

Nous examinerons ces problèmes de la manière suivante :

Nous représenterons y et z par la forme $3.2^a - 1$, le nombre a prenant les deux valeurs $m + 1$ et $m + 2$, et nous chercherons en général les facteurs premiers de la forme énoncée précédemment.

Le nombre $$3.2^a - 1$$
peut s'écrire $$3.2^l.2^{a-l} - 1.$$

Si donc $3.2^l = pq \pm 1$, il suffira de chercher en général les cas où $2^{a-l} \pm 1$ sera divisible par p.

Soit donc : $$l = 2.$$

Nous aurons $$3.2^2 - 1 = 11,$$
ou $$3.2^2 \equiv 1 \pmod{11};$$
et il reste à résoudre :
$$2^{a-2} - 1 \equiv 0 \pmod{11},$$
d'où $$a - 2 \equiv 0 \pmod{10},$$
$$a = 10f + 2 = m + 1,2,$$
et $$m = 10f + 0,1.$$
Cela éliminera $$m = 21, 30, 41, 50, 81, 90.$$

On a, en effet, les décompositions suivantes, tous les nombres des six premiers millions indiqués étant premiers.

$$y = 3.2^{22} - 1 = 12.582.911 = 11^2 \times 103.991,$$
$$z = 3.2^{32} - 1 = 12.894.901.887 = 11 \times 13 \times 90.104.209,$$
$$y = 3.2^{42} - 1 = 13.194.139.533.311 = 11 \times 1.199.467.230.301,$$
$$z = 3.2^{52} - 1 = 13.510.798.882.111.487 = 11 \times 1.228.254.443.828.317.$$

Lorsque les nombres dépassent une certaine limite, il sera préférable de vérifier par congruences.

Soit $l = 3$,

On a $3.2^3 \equiv 1 \pmod{23}$.

Il suffira donc de résoudre :

$$2^{a-3} - 1 \equiv 0 \pmod{23},$$

d'où $a - 3 \equiv 0 \pmod{11}$

et $m \equiv 1,2 \pmod{11}$,

ce qui élimine $m = 45, 57, 78, 89$.

Pour $m = 2$, solution limite, on obtient la deuxième solution connue du problème.

Pour $m = 45$ $z = 422.212.465.065.983$
$= 23 \times 18.357.063.698.521$,

$m = 57$ $y = 864.691.128.455.135.231$
$= 23 \times 37.595.266.454.571.097$.

On voit, dès maintenant, qu'il est préférable d'opérer d'une manière plus systématique, car les facteurs premiers compris entre 11 et 23 n'ont pas été essayés.

Nous résoudrons donc successivement :

$$3.2^a - 1 \equiv 0 \pmod{p},$$

p étant un nombre premier quelconque.

On arrivera aux résultats suivants, les valeurs de p non indiquées ne devant pas donner de solution.

Soit $p = 13$ $m = 12g + 6, 7$,

ce qui élimine $m = 6, 18, 42, 54, 66$.

On a, en effet :

Pour $m = 6$ $z = 767 = 13 \times 59$.

$m = 18$ $z = 3.145.727 = 13 \times 241.979$.

$m = 42$ $z = 52.776.558.133.247$
$= 13 \times 4.059.735.241.019$,

$m = 54$ $z = 216.172.782.113.783.807$
$= 13 \times 16.628.675.547.214.139$.

Soit $p = 19$ $m = 18g + 3, 4$,

ce qui élimine $m = 93$.

Soit $p = 29$ $m = 14g + 7, 8$,

ce qui élimine $m = 77$.

Soit $p = 37$ $m = 36g + 8, 9$,

ce qui élimine seulement $m = 9$, car $m = 45$ était déjà impossible.

On a pour $m = 9$ $y = 3.071 = 37 \times 83.$
Soit $p = 47$ $m = 23g + 2, 3.$

Pour $m = 2$, on retrouve le cas limite déjà vu; on n'écarte donc que $m = 26$
et l'on a $y = 402.653.183 = 47 \times 67 \times 127.867.$

Soit $p = 53$ $m = 26g + 7, 8,$
ce qui élimine $m = 33, 86,$
car on a bien :

$$y = 103.079.215.103 = 53 \times 1.944.890.851$$

Soit $p = 59$ $m = 58g + 6, 7.$

La valeur $m = 6$ ramène à un cas déjà étudié.

$m = 65$ disparaît à son tour.

Soit $p = 61$ $m = 30g + 22, 23,$
ce qui élimine $m = 53;$
et, en effet :

$$y = 54.043.195.528.445.951 = 61 \times 885.954.025.056.491.$$

Soit $p = 67$ $m = 33g + 25, 26.$

Le nombre 26 a déjà été écarté.

Soit $p = 71$ $m = 70g + 17, 18,$
ce qui élimine $m = 17;$
et l'on a, en effet, pour $m = 17,$

$$z = 1.572.863 = 71 \times 22.153$$

Soit $p = 73$ $m = 72g + 7, 8,$
ce qui ne donne rien dans les limites actuelles du problème ainsi que pour :

$p = 79$ $m = 78g + 27, 28.$
$p = 83$ $m = 82g + 8,9.$
$p = 97$ $m = 96g + 3, 4.$
Soit $p = 101$ $m = 100g + 29, 30.$
ce qui élimine $m = 29.$
Soit $p = 103$ $m = 102g + 91, 92,$
ce qui ne donne rien.
Soit $p = 107$ $m = 106g + 34, 35.$
$p = 131$ $m = 65g + 11, 12.$
$p = 139$ $m = 69g + 26, 27.$
$p = 149$ $m = 148g + 59, 60.$
$p = 163$ $m = 162g + 59, 60.$
$p = 167$ $m = 83g + 33, 34.$
$p = 173$ $m = 172g + 144, 145.$

Soit $p = 179$ $m = 89g + 69, 70,$
ce qui élimine $m = 69.$

On a, en effet :

$$z = 3.541.774.862.152.233.910.271 = 179 \times 19.786.451.743.867.228.549.$$

Soit $p = 181$ $m = 90g + 32, 33,$
ce qui ne donne rien ici.

Soit $p = 191$ $m = 95g + 4, 5,$
ce qui élimine $m = 100.$

Pour $m = 5$, on obtient la troisième solution limite connue.

Soit $p = 197$ $m = 196g + 13, 14,$
ce qui élimine $m = 14.$

On a, en effet :

$$y = 98.303 = 197 \times 499$$

Soit $p = 199$ $m = 198g + 12, 13,$
ce qui ne donne rien ici.

Nous nous en tiendrons à ces essais pour les facteurs de y et z inférieurs à 200 et nous ferons la même étude pour x jusqu'à 150.

Si $p = 17$ $m = 4g + 3,$
ce qui élimine en général $m = 12f + 6$; il ne reste donc en réalité qu'à étudier $m = 12f + 2, 3, 9.$

Soit $p = 23$ $m = 11g + 7,$
ce qui élimine $m = 29, 62.$

On a pour $m = 29$:

$$x = 20.752.587.082.923.245.567 = 23 \times 902.286.394.909.706.329.$$

Soit $p = 41$ $m = 20g + 1.$

Or, tous les nombres de la forme $10g + 1$ ont déjà été écartés.

Soit $p = 47$ $m = 23g + 14.$
$p = 71$ $m = 35g.$
$p = 79$ $m = 39g + 8.$
$p = 97$ $m = 49g + 5.$
$p = 103$ $m = 51g + 15.$
$p = 107$ $m = 53g + 8.$
$p = 131$ $m = 65g + 23.$
$p = 137$ $m = 68g + 12.$
$p = 139$ $m = 69g + 61.$

Il reste donc seulement à étudier, pour $m < 200$, les valeurs

$$m = 38, 74, 98, 146, 149, 182, 185, 197,$$

tous les nombres pairs étant de la forme $12h + 2$, et les impairs de la forme $12h + 5$.

*
* *

Deuxième Cas.

Si l'on fait $g = 1$, on ne pourra obtenir aucun couple de nombres amiables, car l'un des deux nombres y ou z serait la différence de deux carrés.

*
* *

Troisième Cas.

Soit $g = 2$.

On aura :

$$z = 33.2^{m+6} - 1,$$
$$y = 33.2^{m+1} - 1,$$
$$x = 33^2.2^{2m+7} - 1.$$

La même méthode nous donnera, si nous posons :

$$33.2^a - 1 = pq \qquad \text{avec } a = m + 1, 6$$

Pour	$p = 5$	$a = 4l + 1$	$m = 4l + 0, 3.$
	$p = 13$	$a = 12l + 1$	déjà éliminé.
	$p = 17$	$a = 8l + 4$	$m = 8l + 3, 6.$
	$p = 19$	$a = 18l + 11$	$m = 18l + 5, 10.$
	$p = 29$	$a = 28l + 26$	$m = 28l + 20, 25.$
	$p = 31$	$a = 15l + 14$	$m = 15l + 8, 13.$
	$p = 37$	$a = 36l + 16$	$m = 36l + 10, 15.$
	$p = 41$	$a = 20l + 7$	$m = 20l + 1, 6.$
	$p = 53$	$a = 52l + 29$	$m = 52l + 23, 28.$
	$p = 59$	$a = 58l + 41$	$m = 58l + 33, 40.$
	$p = 61$	$a = 60l + 39$	$m = 60l + 33, 38.$
	$p = 67$	$a = 66l + 34$	$m = 66l + 28, 33.$
	$p = 73$	$a = 9l + 4$	$m = 9l + 3, 5.$
	$p = 79$	$a = 78l + 51$	$m = 78l + 43, 50.$

Supposons de même :

$$x = 33^2.2^{2m+7} - 1 = pq$$

Soit	$p = 7$	$m = 3l.$
	$p = 23$	$m = 11l + 6.$
	$p = 31$	$m = 15l + 3.$
	$p = 47$	$m = 23l + 18.$
	$p = 71$	$m = 35l + 22.$
	$p = 79$	$m = 39l + 28.$

Pour $m = 1$ $z = 4.223 = 41 \times 103$
$m = 2$ $x = 2.230.271 = 463 \times 4.817$
$m = 3$ $z = 16.895 = 31 \times 5 \times 109$
$y = 527 = 31 \times 17$
$x = 8.921.087 = 31 \times 7^3 \times 839.$

Il est à remarquer que pour $m = 5l + 3$, les trois nombres x, y et z seront en même temps divisibles par 31.

Si $m = 5$ $z = 67.583 = 19 \times 3.557.$
$m = 9$ $x = 36.540.776.447 = 7 \times 5.220.110.921.$
$m = 10$ $y = 67.583$ (déjà vu).
$m = 13$ $y = 540.671 = 31 \times 107 \times 163.$
$m = 14$ $z = 34.603.007 = 17 \times 293 \times 6.947.$
$m = 17$ $x = 2.394.736.325.296.127$
$= 23 \times 104.118.970.665.049.$
$y = 8.650.751 = 97 \times 101 \times 883.$
$m = 18$ $y = 17.301.503 = 31 \times 558.113.$
$x = 553.648.127 = 31 \times 17.859.617$
$m = 21$ $z = 4.429.185.023 = 41 \times 108.028.903.$
$m = 22$ $y = 8.858.370.047 = 17 \times 521.080.591.$
$m = 25$ $y = 2.214.592.511 = 29 \times 76.365.259.$
$m = 26$ (déjà vu)
$m = 30$ $z = 2.267.742.732.287 = 17 \times 133.396.631.311$
$m = 33$ $y = 566.935.683.071 = 31 \times 18.288.247.841$
$z = 18.141.941.858.303 = 31 \times 585.223.930.913$
$m = 38$ $z = 580.542.139.465.727$
$= 31 \times 18.727.165.789.217.$
$m = 50$ $x \equiv 0 \pmod{23}$.

Il ne reste à étudier que

$$m = 29, 34, 37, 49, 65, 74, 85, 89, 97, 125, 130, 157, 169, 170,$$

et en poussant l'étude des facteurs premiers jusqu'à 200 ou 300, on arrivera à des éliminations plus complètes.

*
* *

Quatrième Cas.

En faisant $g = 3$, nous obtiendrons avec x, y, z premiers.

$$z = 129.2^{m+8} - 1$$
$$y = 129.2^{m+4} - 1$$
$$x = 129^2.2^{2m+9} - 1.$$

La méthode employée fournit ici les résultats suivants :

Pour	$p = 5$	$m = 4s + 1, 2.$
	$p = 11$	$m = 10s + 6, 9.$
	$p = 13$	$m = 12s + 5, 10.$
	$p = 19$	$m = 18s + 6, 17.$
	$p = 29$	$m = 14s + 2, 9.$
	$p = 37$	$m = 36s + 11, 18.$
	$p = 53$	$m = 52s + 5, 12.$
	$p = 59$	$m = 58s + 3, 54.$
	$p = 61$	$m = 60s + 3, 10.$
	$p = 71$	$m = 35s + 3, 10.$
	$p = 79$	$m = 39s + 6, 36.$
	$p = 83$	$m = 82s + 13, 20.$
	$p = 97$	$m = 48s + 35, 42.$
Pour	$p = 127$, on aura aussi	$m = 63s + 54, 61.$
	$p = 257$	$m = 16s + 7, 14.$

En posant $x = pq$, nous arriverons aux éliminations :

	$p = 7$	$m = 3s + 1.$
	$p = 17$	$m = 4s + 1.$
	$p = 41$	$m = 10s + 7.$
	$p = 79$	$m = 39s + 2.$
Pour	$p = 127$	$m = 63s + 26.$

Nous avons en effet :

Pour $m = 0$ $y = 257$ $z = 33.023$ $x = 8.520.191.$

Ces trois nombres étant premiers, on obtient ainsi un nouveau couple de nombres amiables indiqué d'ailleurs par LEGENDRE (*Théorie des nombres*, t. II, p. 150). TCHEBICHEF *a démontré que* x *est premier.*

Pour $m = 3$ $z = 264.191 = 61^2 \times 71.$

$m = 11$ $z = 67.633.151 = 37 \times 277 \times 6.599.$

$m = 12$ $y = 1.056.767 = 127 \times 53 \times 157.$

$m = 17$ $z = 4.328.521.727 = 19 \times 227.816.933.$

$m = 20$ $y = 270.532.607 = 83 \times 3.259.429$

$m = 24$ $z = 4.328.521.727 = 19 \times 227.816.933.$

$m = 32$ $y = 1.108.101.562.367 = 257 \times 4.311.679.231.$

$m = 35$ $z = 1.134.695.999.864.831$
$= 19 \times 59.720.842.098.149.$

$m = 36$ $y = 17.729.624.997.887$
$= 11 \times 1.611.784.090.717.$

Il reste actuellement à étudier

$m = 8, 15, 23, 92, 98, 104, 111, 122, 134, 140, 164, 171, 182, 188, 194, 195, 200.$

***

CINQUIÈME CAS.

Soit $g = 4$.

La forme des inconnues sera :

$$z = 513.2^{m+10} - 1$$
$$y = 513.2^{m+1} - 1$$
$$x = 513^2.2^{2m+11} - 1.$$

On voit que :

Pour	$p = 5$	$m = 4f + 0, 3.$
	$p = 7$	$m = 3f + 1.$
	$p = 11$	$m = 10f + 2, 3.$
	$p = 13$	$m = 12f + 6, 9.$
	$p = 29$	$m = 28f + 3, 22.$
	$p = 41$	$m = 20f + 0, 11.$
	$p = 53$	$m = 52f + 6, 15.$

On aura de même pour x

avec	$p = 7$	$m = 3f + 1.$

Donc pour $m = 3f + 1$, les trois inconnues sont divisibles par 7.

$p = 17$	$m = 4f + 3.$
$p = 23$	$m = 11f + 7.$

Sans continuer cette recherche, on voit facilement qu'il ne reste déjà plus que les valeurs suivantes de m à étudier :

$$m = 5, 14, 17, 26, 38, 41, 65, 74, 77, 86, 89, 98.$$

***

En ne cherchant que les valeurs de p très simples, on arrive immédiatement aux résultats suivants :

Il ne faut étudier pour $m < 60$ que

avec	$g = 5$	$m = 16, 19, 28, 32, 43, 44, 52, 55, 56.$
	$g = 6$	$m = 2, 9, 17, 21, 26, 29, 33, 41, 50, 53, 57.$
	$g = 7$	$m = 8, 11, 20, 23, 35, 44, 47, 56, 59.$
	$g = 8$	$m = 2, 10, 13, 14, 17, 22, 25, 26, 29, 34, 37, 41, 45, 48, 50, 53, 57.$
	$g = 9$	$m = 11, 12, 20, 23, 24, 27, 32, 35, 36, 39, 44, 47, 51, 56, 60.$
	$g = 10$	$m = 2, 5, 17, 29, 38.$
	$g = 11$	$m = 4, 8, 16, 19, 28, 32, 43, 44, 52, 55.$
Pour	$g = 5$	$m = 4$ on a $65.567 = 173 \times 379.$
		$m = 8$ $949.087 = 37 \times 113 \times 227.$
	$g = 8$	$m = 1$ $524.291 = 29 \times 101 \times 179.$
	$g = 9$	$m = 3$ $4.194.311 = 11 \times 381.301.$

* * *

Pour terminer cette étude, gardons à g et m leurs valeurs générales, et nous arriverons aux mêmes résultats.

Ainsi, soit $g = 3f + 1$.

Considérons la valeur générale de x ; on voit facilement qu'il sera divisible par 7, pour $m = 3h + 1$;

donc, pour $g = 12f + 1, 4, 7, 10$

on a forcément $m = 12h + 0, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11$.

Si l'on examine encore les valeurs de y et z, pour le module 5, on voit que en général

Pour $g = 12f + 1, 7,$

il ne restera à étudier que $m = 12h + 0, 3, 8, 11$

car $m = 12h + 2, 6, 10$ donne $z \equiv 0 \pmod 5$

et $m = 12h + 1, 5, 9$ $y \equiv 0 \pmod 5$

Pour $g = 12f + 4, 10$

on n'aura plus que $m = 12h + 2, 5, 6, 9$

car $m = 12h + 3, 7, 11$ donne $z \equiv 0 \pmod 5$

et $m = 12h + 0, 4, 8$ $y \equiv 0 \pmod 5$

Soit maintenant $g = 3f$

Le nombre x sera divisible par 7 pour $m = 3h + 1$.

Donc pour $g = 12f + 0, 3, 6, 9$

on a $m = 12h + 0, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11$.

Or, pour $g = 12f + 0, 6$

il ne reste que $m = 12h + 2, 5, 6, 9$

car lorsque $m = 12h + 3, 7, 11$ $z \equiv 0 \pmod 5$

et $m = 12h + 0, 4, 8$ $y \equiv 0 \pmod 5$

De même, pour $g = 12f + 3, 9$

il ne reste que $m = 12h + 0, 3, 8 11$

car pour $m = 12h + 2, 6, 10$ $z \equiv 0 \pmod 5$

et $m = 12h + 1, 5, 9$ $y \equiv 0 \pmod 5$

Ce qui donne, en résumé, pour

$g = 12f + 1, 3, 7, 9$ $m = 12h + 0, 3, 8, 11$

et pour $g = 12f + 0, 4, 6, 10$ $m = 12h + 2, 5, 6, 9$.

On voit aussi, réciproquement, que si l'on impose $m = 3h + 1$. L'on ne pourra trouver de nombres *premiers*, et, par conséquent, de nombres amiables, que si

$$g = 3f + 2.$$

Faisons enfin $g = 3f + 2$.

Le nombre x sera divisible par 7, lorsque m sera multiple de 3.

Donc pour $g = 12f + 2, 5, 8, 11$

il ne restera que $m = 12h + 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11$.

Or, pour $g = 12f + 2, 8$
il ne reste que $m = 12h + 1, 2, 5, 10$
car si $m = 12h + 3, 7, 11$ $z \equiv 0 \pmod 5$
et $m = 12h + 0, 4, 8$ $y \equiv (0 \bmod 5)$

Enfin, pour $g = 12f + 5, 11$
il reste $m = 12h + 4, 7, 8, 11$
car pour $m = 12h + 2, 6, 10$ $z \equiv 0 \pmod 5$
et $m = 12h + 1, 5, 9$ $y \equiv 0 \pmod 5$

Par rapport au module 11, on voit que pour

$g = 5f$ $m \neq 0, 1$ (mod. 10)

sinon y ou z seraient divisibles par 11.

Pour $g = 5f + 1$ $m \neq 5, 8$ (mod. 10)
$g = 5f + 2$ ne donne rien
$g = 5f + 3$ $m \neq 6, 9$ (mod. 10)
$g = 5f + 4$ $m \neq 2, 3$ (mod. 10)

Par rapport au module 13, on aura :

Pour $g = 6f$ $m \neq 6, 7$ (mod. 12)
$g = 6f + 1$ $m \neq 0, 3$ (mod. 12)
$g = 6f + 2$ $m \neq 0, 7$ (mod. 12)
$g = 6f + 3$ $m \neq 5, 10$ (mod. 12)
$g = 6f + 4$ $m \neq 6, 9$ (mod. 12)
$g = 6f + 5$ $m \neq 10, 11$ (mod. 12)

En comparant ces résultats, on voit par exemple que

Pour $g = 6f$ il reste à étudier $m = 12p + 2, 5, 9$
$g = 6f + 1$ $m = 12p + 8, 11$
$g = 6f + 4$ $m = 12p + 2, 5$
$g = 6f + 5$ $m = 12p + 4, 7, 8.$

Pour que x, y ou z ne soient pas multiples de 23, il faut :

Si	$g \equiv 0 \pmod{11}$	$m \neq 1, 2, 7 \pmod{11}$	
	$g \equiv 1$	$m \neq 2, 5, 9$	»
	$g \equiv 2$	$m \neq 6$	»
	$g \equiv 3$	$m \neq 7$	»
	$g \equiv 4$	$m \neq 7$	»
	$g \equiv 5$	$m \neq 9$	»
	$g \equiv 6$	$m \neq 3$	»
	$g \equiv 7$	$m \neq 10$	»
	$g \equiv 8$	$m \neq 5$	»
	$g \equiv 9$	$m \neq 0, 4, 8$	»
	$g \equiv 10$	$m \neq 3, 4, 9$	»

En résumé, on a ainsi exclu les modules premiers 5, 7, 11, 13, 23 et les nombres considérés sont tous de la forme 6 N — 1.

M. Lucien LIBERT

Lauréat de la Société Astronomique de France (Paris).

UN CATALOGUE DE 25 BOLIDES

— 5 août —

Depuis novembre 1896, j'ai observé régulièrement les étoiles filantes dans tous les cas où ma santé et l'état du temps me l'ont permis.

A différentes reprises, l'Association française pour l'Avancement des Sciences a bien voulu encourager mes travaux et m'honorer de ses subventions.

Je vais publier, dans quelques jours, le catalogue des 1368 météores que j'ai observés depuis novembre 1896 jusqu'en novembre 1904.

Au cours de ces longues observations, j'ai parfois observé des objets plus brillants, des bolides, et ce sont eux que je décris ici.

A vrai dire, il est beaucoup d'étoiles filantes que j'ai fait rentrer dans mon catalogue et qui, par leur éclat, mériteraient peut-être de figurer parmi les bolides dont je vais relater l'apparition.

Il est parfois très difficile de tracer la délimitation exacte entre le domaine des étoiles filantes et celui des bolides.

Je n'ai consigné ici que les météores dont l'aspect vraiment inaccoutumé ne prête à aucune équivoque, et, si j'ai négligé de faire figurer, dans ce travail, quelques météores qui y avaient droit, ce ne sera que demi-mal puisque le lecteur les trouvera dans mon catalogue général d'étoiles filantes.

I. — Bolide du 29 Avril 1897.

Le 29 Avril 1896, à 8 h. 46 m. du soir, durant une observation de la planète Jupiter qui était passée au méridien 1 heure auparavant, mon attention fut tout à coup attirée par un magnifique bolide. Ce bolide avait l'éclat apparent de Jupiter. Il est parti de l'étoile 15 Sextant, est passé près de φ Lion et de θ Coupe pour disparaître dans les environs de γ Corbeau. En arrivant près de l'étoile φ Lion, ce bolide s'est dédoublé : l'un des fragments avait l'aspect de Sirius et l'autre l'éclat de Véga. Arrivé près de l'étoile θ Coupe, le bolide de l'éclat de Sirius s'est divisé en deux fragments dont l'un avait l'éclat de Régulus et l'autre l'aspect d'Arcturus.

Les trois bolides ont continué leur course l'un derrière l'autre et sont allés s'abîmer près de γ Corbeau. Ils ont laissé derrière eux une traînée lumineuse qui a duré de 5 à 6 secondes. Je dois ajouter que je n'ai entendu aucune détonation au moment de la dislocation du bolide.

D'après le professeur Alexander Herschel, le radiant se trouverait près de ε Persée.

(A. D. 3 h. 50 m. D + 39°,40′.)

II. — Bolide du 16 Juillet 1897.

Le 16 juillet 1897, à 9 h. 57 m., j'ai aperçu un bolide de la grosseur apparente d'Arcturus qui glissa en 3 secondes de π Hercule à γ Ophiucus, en passant par α et β Ophiucus et en laissant une belle traînée.

III. — Bolide du 16 Juillet 1897.

6 minutes après la précédente apparition, un bolide d'éclat semblable au bolide n° II est parti du Dragon pour se rendre à α Hercule par π de la même constellation en laissant une belle traînée lumineuse.

IV. — Bolide du 18 Juillet 1897.

Le 18 juillet 1897, à 9 h. 37 m. du soir, j'ai observé un beau bolide qui avait l'éclat et la couleur de Saturne. Il a duré environ 3 secondes et a laissé derrière lui une belle traînée lumineuse qui a duré 2 à 3 secondes. Le bolide est parti de β Hercule pour aller s'abîmer près de α Ophiucus en passant près de α Hercule.

D'après M. Alex. Herschel, le radiant se trouverait dans les Chiens de Chasse.

V. — Bolide du 11 Septembre 1897.

Le 11 septembre 1897, à 9 heures, un météore de l'éclat de Vénus a glissé très bas à l'horizon en 8 secondes dans le Capricorne de α à β. Il était doué d'un mouvement très lent. Il a éclaté et s'est évanoui en un grand nombre d'étincelles.

VI. — Bolide du 30 Aout 1897.

Le 30 août 1897, à 8 h. 34 m. du soir, un bolide lent, de l'éclat apparent de Jupiter, glissa en 6 secondes de ξ Sagittaire (A. D. 18 h. 52 m. D — 21°,10′) à φ Sagittaire (A. D. 18 h. 22 m. D — 17°,11′).

VII. — Bolide du 1er Décembre 1897.

Le 1er décembre 1897, à 5 h. 44 m. 25 s. du soir, un bolide de la grandeur d'Arcturus et de couleur jaune a glissé en 5 secondes de β Andromède à κ Bélier. Il laissait derrière lui une traînée lumineuse et était doué d'un mouvement très lent.

VIII. — Bolide du 17 Décembre 1897.

Le 17 décembre, à 8 h. 22 m. 15 s., un bolide de la grosseur d'Aldebaran et de couleur jaune a glissé en 5 secondes entre α et θ Cocher, à 5 degrés au sud des Gémeaux. Il laïssait derrière lui une traînée lumineuse et était doué d'un mouvement lent.

IX. — Bolide du 17 Décembre 1897.

Le 17 décembre, à 9 h. 6 m. 30 s., un bolide de l'éclat apparent de Jupiter et de couleur blanche a glissé, en 2 secondes, de 90° + 19° à 100° + 40° 1/2. Il laissait derrière lui une traînée lumineuse et était doué d'un mouvement rapide.

X. — Bolide du 30 Décembre 1897.

Le 20 décembre, à 8 h. 19 du soir, un bolide de couleur bleue et de l'éclat apparent de Sirius glissa en 6 secondes de γ Petite Ourse aux environs et à l'ouest de τ Hercule en occultant β Petite Ourse. Il était doué d'un mouvement lent et laissait derrière lui une belle traînée.

XI. — Bolide du 22 Décembre 1897.

Le 22 décembre à 9 h. 12 m. 15 s. du soir, un bolide de première grandeur, de couleur jaunâtre, est allé en une seconde de ψ^1 Cocher aux environs de 0 Cocher. Il a laissé derrière lui une trainée lumineuse.

XII. — Bolide du 4 Juillet 1898.

Le 4 juillet 1898, j'étais dans mon observatoire, lorsque soudain, à 7 h. 10 m. 18 s., au-dessus d'un arbre, à l'horizon Nord, m'apparut un corps lumineux d'un beau jaune doré et entièrement sphérique. Son diamètre était égal à celui du quart de la lune

Le corps partit d'un arbre au N-N-E., monta lentement dans le ciel, passa au zénith, puis diminuant d'éclat descendit vers l'horizon.

Il disparut à 30 degrés au-dessus de l'horizon O-S-O., près de Vénus.

Le météore disparut à 7 h. 22 m. 44 s., sa durée fut donc de *douze minutes vingt-six secondes*. C'est de beaucoup la plus longue durée que j'ai observée.

Un peu avant sa disparition, il accéléra sa vitesse. Aucune confusion n'était possible pour un observateur exercé. Du reste, une assez forte détonation fut entendue quelques secondes après sa disparition

XIII. — Bolide du 29 Juin 1898.

Le 29 juin 1898, à 1 h. 3 m. du matin, un bolide à mouvement très lent a glissé en 60 secondes de π Hercule à 0 Grande-Ourse. Son diamètre était de 25″, son éclat très vif, sa couleur blanc éclatant.

XIV. — Bolide du 6 Mai 1899.

Le 6 mai 1899, à 8 h. 30 m. du soir, un magnifique bolide très, très lent, de couleur jaune et environné d'une pluie d'étincelles, apparut dans la constellation de la Balance. La nuit n'était pas encore complètement venue et les points de repère difficiles à fixer. Seuls, Jupiter et l'Épi de la Vierge étaient visibles.

Le bolide avait une forme toute particulière, que je ne puis mieux comparer qu'à celle d'une tête de têtard. A l'extrémité céphalique, il y avait un très gros point brillant. Il y avait, en outre, une queue animée de mouvements ondulatoires extrêmement rapides.

XV. — Bolide du 7 Juin 1899.

Le 7 juin 1899, à 9 h. 25 m. 32 s. du soir, un bolide jaune très lent de la grosseur de Vénus, ne laissant pas de traînée, est allé, en douze secondes, de β Ophiucus à T Scorpion.

XVI. — Bolide du 13 Aout 1899.

Le 13 août 1899, à 10 h. 5 m. du soir, un bolide égal en éclat à Vénus, au moment de son plus grand diamètre apparent, a glissé très rapidement de

A.D. 28°,
D. + 67°,
à A.D. + 289°,
D. + 50°.

Sa couleur était celle d'un globe électrique. Le bolide disparut en laissant derrière lui une très belle traînée lumineuse qui persista pendant environ une minute.

XVII. — Bolide du 6 Novembre 1899.

Le 6 novembre 1899, à 6 h. 19 m. 22 s., un bolide de 25″ de diamètre de couleur bleue, d'une vitesse lente, d'une durée de onze secondes, est parti de γ Cassiopée pour disparaître en petits morceaux aux environs de α Grande-Ourse.

Une traînée très grosse a duré *trente secondes*.

XVIII. — Bolide du 12 Septembre 1900.

Le 12 septembre 1900, à 10 h. 21 m. 18 s. du soir, j'ai observé un magnifique bolide dont le diamètre était égal au quart de celui de la Lune. Il s'est divisé très rapidement en trois fragments qui se suivaient de très près sur la voûte céleste.

Le phénomène a duré environ six secondes.

Point d'apparition.	A.D. = 313°.	D + 33°.
Point de disparition. . . .	A.D. = 248°.	D + 29°.

Tous les bolides qui précédent ont été observés à mon observatoire privé de Saint-Jean-de-la-Neuville dont les coordonnées provisoires sont :

Latitude : 49° 39′ N.
Longitude : 0° 1ᵐ 45ˢ E. de Greenwich.
Altitude : 132 mètres.

XIX. — Bolide du 2 Mars 1901.

Le 2 mars 1901, j'ai observé sur la voie ferrée, *entre les stations de Bréauté-Beuzeville et de Virville-Manneville,* un magnifique bolide blanc bleuâtre d'un diamètre apparent égal au huitième de celui de la Lune. Il était exactement 10 h. 59 m. 50 s.

Le météore a duré six secondes et a laissé une traînée qui a subsisté pendant quinze secondes.

Point d'apparition. . .	A.D. = 11 h. 10 m.	D + 32°.
Point de disparition . .	A.D. = 1 heure	D + 54°.

XX. — Bolide du 20 Septembre 1901.

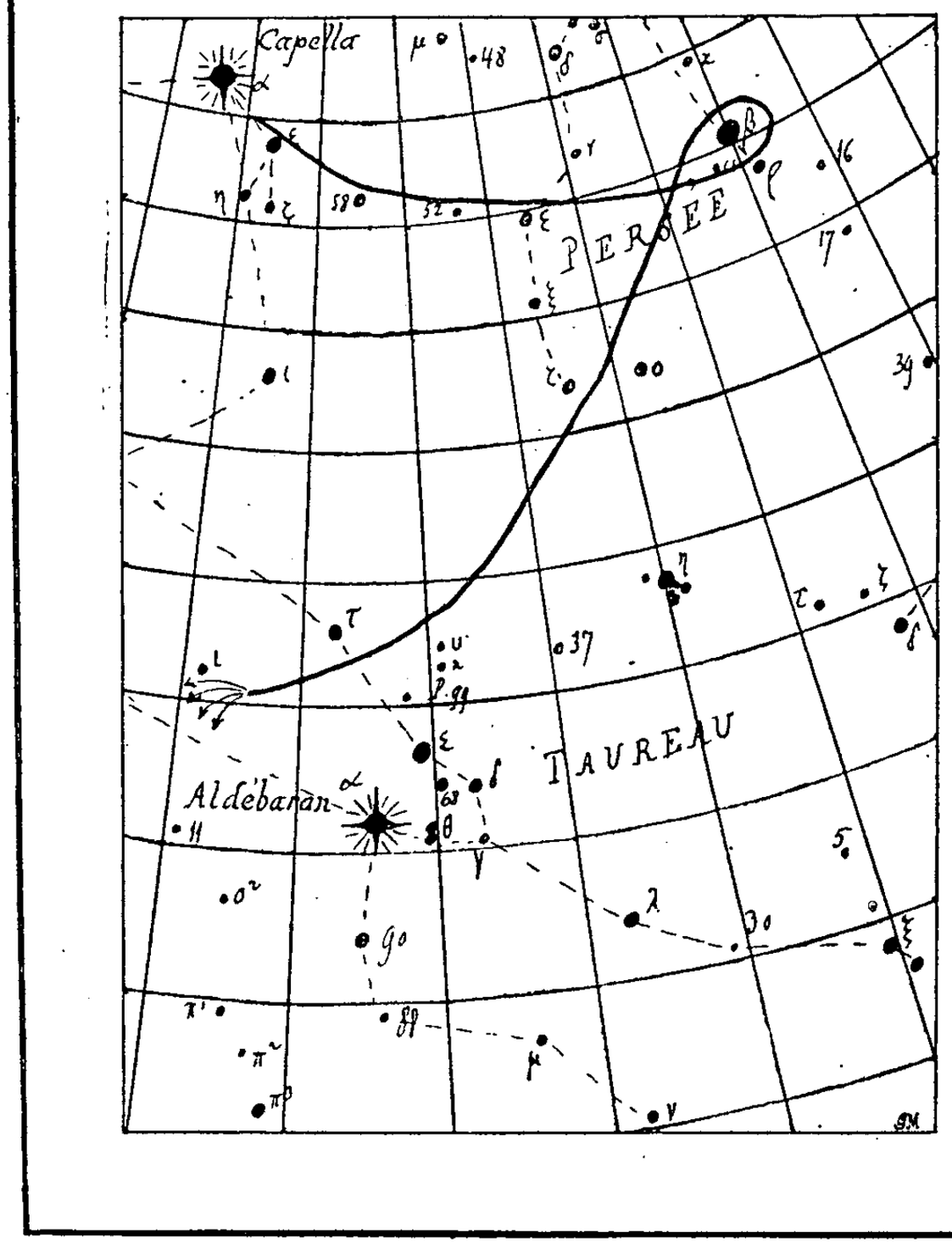
Le 20 septembre, à Naples, le long du golfe, j'ai vu glisser dans le ciel, à 9 h. 17 m. du soir, un bolide d'une éclatante blancheur, supérieur comme éclat

à Vénus. Arrivé au tiers de sa course, le bolide se divisa en trois petits fragments qui continuèrent à suivre la même trajectoire. Le bolide laissait derrière lui des étincelles. Il dura 8 secondes.

Point d'apparition.	A.D. = 272°.	D + 37°.
Point de disparition	A.D. = 265°.	D + 13°.

XXI. — Bolide du 23 Septembre 1901.

Quelques jours après, le 23 septembre, sur le grand canal de Venise, à 8 h. 35 m. du soir, j'ai observé un très beau bolide qui, malgré la présence de



la Lune, a jeté une vive lueur dans l'espace. Le bolide avait un diamètre apparent de 10′. Il était d'un jaune or ressemblant à la couleur d'Arcturus. Il dura douze secondes

Point d'apparition.	A.D. = 310°.	D + 42°.
Point de disparition	A.D. = 297°.	D + 11°.

XXII. — Bolide du 31 Octobre 1901.

Le 31 octobre 1901, me trouvant au sommet de la côte de *Gonfreville-l'Orcher* (Seine-Inférieure), j'ai observé à 6 h. 7 m. du soir, un splendide bolide.

Ce bolide, de la grosseur apparente de Vénus au moment de son plus grand éclat, était de la couleur de Véga. Il glissa lentement dans le ciel en treize secondes, en laissant derrière lui une traînée lumineuse qui persista vingt secondes et était animée de mouvements ondulatoires. Le bolide partit des environs de δ Cygne pour s'abîmer entre ε et ς Hercule.

XXIII. — Bolide du 9 Février 1902.

Le 9 février 1902, à 7 h. 40 m. du soir, j'ai observé avec MM. Schoux, Marcel Libert et Lucien Briand, un bolide excessivement remarquable, de la grosseur apparente de Vénus. Il partit des environs de Capella d'un point que j'estime situé par 5 heures d'ascension droite et $+45°$ de déclinaison, puis se dirigea, en ligne droite, vers β de Persée qu'il atteignit en trois secondes environ. Arrivé près de cette étoile, le bolide changea brusquement de direction, et décrivant une sorte de boucle, se dirigea vers Aldébaran, en suivant une trajectoire curviligne.

Au moment de disparaître, il se divisa en trois ou quatre morceaux de l'éclat apparent des étoiles de deuxième grandeur. L'apparition totale avait duré environ douze secondes. Le point de disparition était situé par environ 4 h. 50 m. d'ascension droite et $+ 20°$ de déclinaison. Le bolide laissait derrière lui une traînée qui a subsisté pendant environ une minute et demie.

XXIV. — Bolide du 11 Aout 1902.

Le 11 août 1902, à 8 h. 50 m. du soir, j'ai observé un magnifique bolide d'environ 10′ de diamètre ; ce bolide d'un blanc éclatant glissa dans le ciel en trois secondes ; en laissant derrière lui une très forte traînée blanche.

Il apparut par

A.D. = 19 h. 30 m. D $+ 20°$,

et disparut par

A.D. = 16 h. 15 m. D $\neq 0°$.

XXV. — Bolide du 15 Octobre 1904.

Dans la nuit du 14 au 15 octobre 1904, comme j'observais *au Havre* les étoiles filantes dites Orionides, j'ai aperçu un bolide très remarquable. Ce bolide, piriforme présentant un diamètre de 15′, jeta un vif éclat dans tout le ciel. Je fus à ce point ébloui par son apparition, que peu de temps après sa disparition les grosses lampes à arc des nouveaux travaux du port me semblèrent jaunâtres, comme apparaît la flamme du gaz dans une pièce, lorsqu'on vient d'y brûler un ruban de magnésium.

Ce bolide dura six secondes. A deux reprises, je crus qu'il allait disparaître et il reprit un nouvel éclat. Il laissa derrière lui une grosse traînée. Il apparut par :

A.D. = 6 h. 3 m. D $- 7°$.

et diparut par :

A.D. = 7 h. 50 m. D $- 18°$.

Il était 3 h. 23 m. du matin.

J'ai appris que ce bolide avait été vu à Rouen, à Paris, à Châteaudun et dans le département de l'Aisne ; mais aucune indication suffisante n'a pu m'être donnée sur la trajectoire exacte du météore.

« Il est clair, nous écrivit alors le professeur Alexander Herschel, que le beau bolide du 15 octobre provenait d'un centre situé par

A.D. = 60°. D + 9°.

ou par A.D. = 57°. D + 10°.

radiant très fort de septembre à novembre (ε du Taureau) qui a été souvent noté par M. Denning et par moi-même à Slough en 1899-1901 avec comme position réelle

A.D. = 57° ou 58° D + 9° ou 10°

« Le bolide du 15 octobre venait en droite ligne de ce radiant bien connu. Il est fort intéressant de savoir qu'il produit parfois des aérolithes d'une si superbe beauté. »

M. Émile BELOT

ESSAI DE COSMOGONIE TOURBILLONNAIRE

— 7 août —

Position du problème cosmogonique. — L'œuvre mathématique de Laplace restera et suffit largement à sa gloire : mais il est temps de reconnaître, avec les critiques étrangers, que son *hypothèse de la nébuleuse*, à laquelle il n'attachait pas lui-même grande importance, n'est plus en harmonie avec les découvertes modernes. La science actuelle est d'ailleurs plus exigeante que Laplace : elle ne peut plus se contenter, comme lui, de chercher comment les planètes sont nées dans l'atmosphère d'un soleil tout formé : il lui faut mettre en œuvre les riches matériaux accumulés par la photographie et le spectroscope pour expliquer la formation des soleils, l'origine des comètes, et les particularités de forme et de mouvement des étoiles doubles et des nébuleuses. On connaît maintenant les formes des liaisons entre la matière nébuleuse et les étoiles. M. Barnard estime que, si Laplace les avait connues, son hypothèse de la nébuleuse sphéroïdale n'aurait jamais vu le jour.

En fait, les photographies des frères Henry ont révélé des filaments nébuleux reliant un grand nombre des Pléïades : une traînée linéaire s'étendant sur plusieurs degrés embroche jusqu'à sept étoiles. M. Schœberlé à découvert la structure en spirale de l'amas d'Hercule où l'on voit des courants nébuleux joignant certaines étoiles en lignes courbes : de même, dans Cassiopée à partir de γ ; beaucoup de nébuleuses dites *plané-*

taires ont été reconnues *spirales :* ainsi pour la nébuleuse d'Andromède qui paraissait justifier l'hypothèse des anneaux de Laplace.

Mais si la *translation* qui a une relation évidente avec les formations linéaires de matière nébuleuse doit entrer en ligne de compte dans le problème originel, quelle grossière erreur a été commise jusqu'ici en cosmogonie ! Un calcul simple montre qu'en admettant, pour la vitesse de translation du système solaire, 20 kilomètres par seconde, d'après Campbell, *sa force vive de translation est 200 fois plus grande que sa force vive giratoire* (révolutions et rotations). Aurait-on l'idée pour étudier les effets mécaniques d'un obus de considérer seulement sa rotation sur son axe en négligeant sa translation ? Et c'est pourtant ce qu'on a fait jusqu'à ce jour en cosmogonie.

Prémisses de cosmogonie tourbillonnaire. — Les faits nous conduisent à une première proposition :

1° *Au moins à l'un des stades de leur formation, la liaison entre les étoiles et la matière nébuleuse a une forme linéaire.*

Mais l'expérience journalière à la surface de la Terre et l'exemple des météores répandus sur l'orbite des comètes suivant la belle théorie de Schiaparelli nous apprennent que toute forme linéaire de matière est en rapport avec sa translation. La proposition 1° se transforme donc en la suivante :

2° *Au moins à l'un des stades de la formation des étoiles, le mode de condensation de la matière autour d'elles est déterminé par leur translation.*

Or, une translation en se composant avec le mouvement de rotation qu'ont tous les astres donne un mouvement hélicoïdal ou *tourbillonnaire.*

La cosmogonie nouvelle sera donc *tourbillonnaire.*

J'ai réfuté ailleurs (*) l'anathème de Newton (**) contre les tourbillons : il se réduit à néant dès qu'à l'origine on considère deux corps au lieu d'un.

Il faut connaître les propriétés principales d'un tourbillon qui sont les suivantes :

A. — *A condition qu'il n'existe aucun choc moléculaire ou autre, un tourbillon se compose à perpétuité des mêmes molécules.*

B. — *Sur une surface de discontinuité* (là où la vitesse des molécules cesse d'être continue) *le tourbillon tend à s'aplatir et à se détruire, ou s'il la traverse, il ne reste pas composé des mêmes molécules.*

(*) *Journal de l'École Polytechnique*, 1908. — *Bulletin de la Société Astron. de France*, janvier 1907. — *Bulletin de l'Observatoire populaire de Rouen*, 1908.

(**) Voir Faye : *Origine du Monde*, p. 110.

C. — *Un tourbillon agit sur un point extérieur comme un corps doué d'attraction.*

D. — *Un tourbillon possède une élasticité virtuelle due à son mouvement et est susceptible de vibrer par un choc.*

La théorie des tourbillons (*) due à Helmholtz, Lord Kelvin et J.-J. Thomson a donné lieu aux brillantes expériences de M. Weyher (**) qui a constaté un *renflement* dans ses trombes artificielles lorsqu'elles sont engorgées par la rencontre d'un excès de matière. Un renflement semblable a été vu sur certaines trombes marines.

Remarquons maintenant que :

L'hélice est la trajectoire la plus générale constatée dans l'univers, soit dans le système solaire, soit dans les étoiles doubles et multiples, soit dans les nébuleuses spirales et certains amas d'étoiles (Hercule, Cassiopée).

Mais *l'hélice* est la trajectoire caractéristique des molécules d'un tube-tourbillon ou d'une trombe. L'expérience nous conduit donc à cette troisième proposition :

3° *Un tube-tourbillon a existé à l'origine du système solaire.* — Or, celui-ci n'a plus la forme d'un tube-tourbillon, et les molécules planétaires semblent bien avoir échappé au tourbillon central : il faut donc que celui-ci ait reçu *un choc,* puisque, sans lui, nous savons que ces molécules seraient restées dans le tourbillon. Notre quatrième proposition sera donc la suivante :

4° *Le tube-tourbillon primitif a dû recevoir un choc sur un nuage cosmique.*

Arrêtons-nous pour vérifier l'existence des chocs cosmiques : précisément les étoiles nouvelles (Novæ), d'après les données du spectroscope et la théorie de Seeliger perfectionnée par Halm, résultent du choc de deux corps et aucun astronome ne doute plus de ce fait confirmé d'ailleurs par l'instantanéité du phénomène.

Une Nova, au lieu d'être le choc destructeur de deux astres, ne serait-elle que le choc créateur d'un monde, le *fiat lux* précurseur d'un soleil?

Mais poursuivons, en remarquant *que le nuage cosmique* introduit ici dans notre Cosmogonie le second terme de notre système dualiste dont le premier était le *tube-tourbillon.*

L'énergie de translation du système solaire qui est due, selon toute vraisemblance, à celle du tourbillon primitif, nous conduit à notre cinquième proposition :

(*) *Recherches récentes d'Hydrodynamique : Tourbillons* (M. Brillouin, 1891).

(**) WEYHER : *tourbillons, trombes et tempêtes.*

5° *La translation du tourbillon primitif dans le nuage cosmique était dirigée vers l'apex situé dans la constellation d'Hercule.* — La direction O Z de la figure 1 faisant un angle de 28 degrés environ avec l'axe de l'écliptique, est celle de l'apex.

Notre système sera entièrement déterminé si nous ajoutons :

6° *La rotation du tourbillon primitif était de sens direct et son plan parallèle à l'écliptique* X O Y (qui contient les principales orbites planétaires). — La direction O Y est celle du point vernal. Or, un choc sur un tourbillon y produit un *renflement* et une *vibration*.

Dans le système solaire, nous constatons le *renflement*, puisque la matière s'est étalée dans l'écliptique transversalement à la direction de l'apex.

Nous constatons aussi la *vibration*, puisque la matière, au lieu de s'étaler uniformément, s'est concentrée en ondes planétaires dont les distances au centre obéissent manifestement à une loi.

I. — Démonstration de la loi exponentielle des distances.

Supposons d'abord la vitesse V_1 du nuage cosmique négligeable, par rapport à celle du tourbillon. Soit B la surface de choc du tube de rayon a sur le nuage : c'est une *surface de discontinuité ;* par suite en franchissant le point B les molécules extérieures du tube le quittent pour se mêler à celles du nuage.

Peut-on trouver analytiquement la trajectoire de ces molécules dans le nuage et le problème est-il déterminé ? Il semble que non : en effet, on peut écrire que la molécule est soumise, dans son mouvement radial, à la différence entre la force centrifuge et la composante de l'attraction centrale suivant OX, différence qui peut seule amener l'épanouissement de chaque nappe de molécules. Or l'attraction centrale ne dépend pas seulement de la masse du tourbillon et de celle du nuage, mais de la modification de répartition des masses autour de OZ qu'amène précisément l'épanouissement des masses concentriques à cet axe, c'est-à-dire d'intégrales exprimant l'accumulation de ces masses depuis l'origine du choc ($t = o$). Enfin il faudrait introduire des résistances de frottement correspondant à la force vive dégradée en chaleur, électricité. etc.

Mais le problème qui semble inabordable par cette voie et dans sa généralité, peut être réduit à celui-ci, plus simple : *déterminer dans le plan de symétrie* ZOX *le profil des nappes émanant du tourbillon central.*

Cherchons d'abord pourquoi il doit exister des nappes séparées de molécules : c'est que le tube s'est mis à vibrer longitudinalement par le choc, envoyant ainsi des ondes équidistantes se déplaçant uniformément dans la direction BZ′ avec une vitesse W_0 (par rapport au tube). Soit W la

vitesse de translation du tube-tourbillon dans le sens BZ; si $W > W_0$, les ventres et nœuds de vibration apparaîtront dans le nuage cosmique dans des plans équidistants Z_{13}, Z_{12}... Les molécules du tourbillon ne pourront le quitter qu'aux ventres où le rayon est $a + \varepsilon$. Il y aura donc autant de nappes séparées que de ventres.

En un point M du profil d'une de ces nappes, la vitesse d'expansion de celle-ci peut se décomposer en deux: l'une V parallèle à OZ, due à l'impulsion reçue de la translation du tourbillon; l'autre, vitesse d'expansion radiale parallèle à l'écliptique ou à OX.

Appliquons la propriété caractéristique du tourbillon de ne laisser échapper aucune molécule à la distance a: la vitesse d'expansion radiale est donc nulle pour $x = a$ et pourra se mettre en général sous la forme $\varphi(x - a)$. L'équation différentielle du profil de la nappe sera:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{V}{\varphi(x-a)} \qquad (1)$$

Hypothèse $\frac{V}{\varphi} = \textit{constante}$ K. — Pour pouvoir intégrer, faisons cette hypothèse simple, *sauf à la vérifier par ses conséquences expérimentales* (1): donne alors pour les profils des nappes des courbes logarithmiques asymptotiques à $x = a$ et qui se déduisent les unes des autres par simple déplacement parallèle à OZ:

$$Z = KL(x - a) + C \qquad (2)$$

L'interprétation géométrique de la condition $\frac{V}{\varphi} = K$ est facile; en effet φ est homogène à une vitesse angulaire ω: or la seule vitesse angulaire pouvant influer sur l'expansion radiale d'une nappe est celle de cette nappe: $\frac{V}{\omega} = K$ exprime alors que l'espace VT parcouru parallèlement à ZZ′ pendant le temps T de révolution d'une spire est constant ou que l'angle α_1 de cette spire avec l'écliptique décroît suivant la loi :

$$K = 2\pi x\, tg\alpha_1.$$

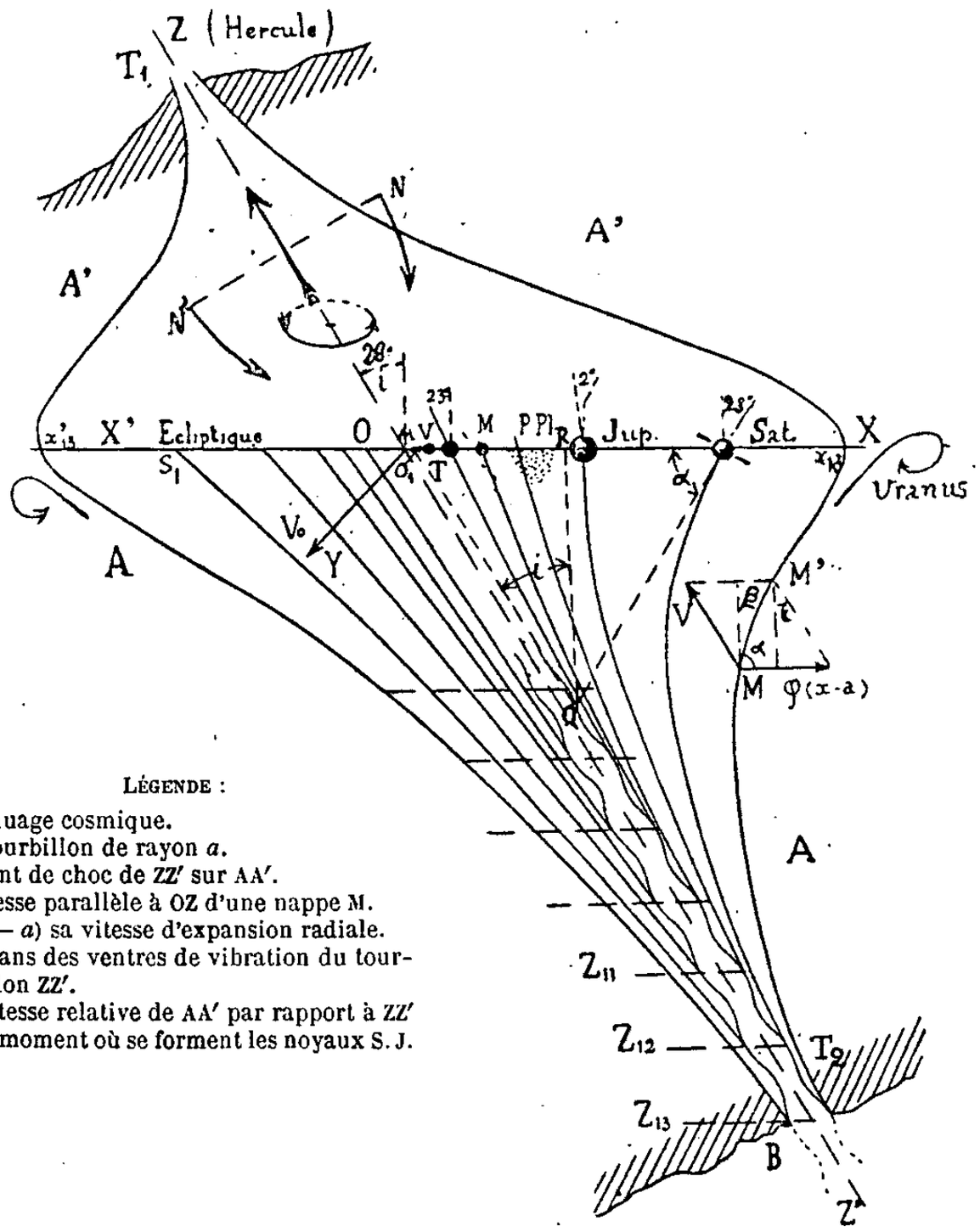
Il est essentiel de remarquer que tous les résultats que nous allons obtenir sont indépendants de cette interprétation.

Comment sont répartis les ventres le long du tourbillon?

En B, se trouve certainement un ventre, puisque le tube s'y aplatit par un choc sur le plan de tête. En O, dans l'écliptique où la matière s'est accumulée par l'attraction du tube sur le nuage ou du nuage sur lui-même, il y a un autre ventre: il doit donc y avoir un nombre entier n de ventres entre B et O et si Z_1 désigne l'intervalle de deux ventres consécutifs on a :

$$Z_n = nZ_1 \qquad (3)$$

Cherchons les distances $x_n\, x_{n-1}\, \ldots\, x_1$ où les nappes $Z_n\, Z_{n-1}\, \ldots\, Z_1$ rencontrent l'écliptique. Ce sont les distances où une seule nappe issue de



LÉGENDE :

AA′ nuage cosmique.
ZZ′ tourbillon de rayon a.
B point de choc de ZZ′ sur AA′.
V vitesse parallèle à OZ d'une nappe M.
$\varphi\,(x - a)$ sa vitesse d'expansion radiale.
Zn plans des ventres de vibration du tourbillon ZZ′.
Vo vitesse relative de AA′ par rapport à ZZ′ au moment où se forment les noyaux S. J.

FIGURE 1.

Z_n rencontre les plans $Z_0\, Z_1 \ldots\, Z_{n-1}$ parce que les différents profils se reproduisent par déplacement parallèle à OZ. Choisissons une nappe telle que $C = 0$. En combinant (2) et (3), on obtient la loi exponentielle des distances des nappes planétaires dans l'écliptique (*).

$$L\,(x_n - a) = n\,L\,(x_1 - a)$$

ou

$$x_n - a = (x_1 - a)^n \qquad (4)$$

(*) Note de M. E. Belot présentée par M. H. Poincaré à l'Ac. des Sciences (4 décembre 1905).

qui traduite en nombres (voir l'autre Mémoire p. 1) donne :

$$x_n - 0{,}28 = 1{,}883^n \frac{1}{214{,}45} \qquad \text{(unités astronomiques)}$$

$$X_n - 60{,}04 = 1{,}883^n \qquad \text{(en rayons solaires)}$$

Ainsi, le rayon du tourbillon primitif était de 60 rayons solaires ou 42 millions de kilomètres. En faisant $n = o$ dans la dernière formule, on trouve que le contact de la nappe avec le renflement du tourbillon était à 61 rayons solaires du centre. Ce résultat important est général et peut s'établir autrement. Transportons l'origine des coordonnées de O en B. La courbe du profil issu de B donnera en ce point d'après (2) :

$$0 = \mathrm{KL}\,\varepsilon + \mathrm{C}$$

et pour que C soit égal à zéro, il faut que $\varepsilon = 1$. Ainsi :

Th. — *L'épaisseur* ε *du renflement vibratoire d'un tourbillon générateur d'un astre est égale au rayon de celui-ci quand il sera condensé.*

Il faut remarquer de suite que la formule (4) n'est applicable qu'aux planètes directes dont les nappes sont enfermées dans la nappe $x_{13}\ x'_{13}$ qui monte la première dans le nuage avec une vitesse angulaire maxima et que nous appellerons *tourbillon principal*. Sa distance théorique est 17,728 dans l'écliptique. Il sépare donc la région des planètes directes de celle extérieure des planètes rétrogrades.

Pourquoi le système planétaire est sensiblement plan. — Le tourbillon principal en montant dans le nuage se charge de plus en plus de matière cosmique A′ attirée par sa masse en sorte que son plan de tête finit par constituer une condensation annulaire. Or toute masse située en dehors du plan d'un anneau doué d'attraction est ramenée dans son plan par des trajectoires oscillantes ou non suivant sa vitesse initiale. Dès lors toute masse A′ qui tendrait à descendre au-dessous de l'écliptique, comme tout anneau SS_1 qui tendrait à s'élever au-dessus sera ramené dans ce plan par l'action du premier anneau $x_{13}\ x'_{13}$ et ce centrage réciproque des anneaux sur un plan commun aura pour effet d'y uniformiser leur vitesse de translation.

L'épanouissement du tourbillon principal $x_{13}\ x'_{13}$ *est limité.* — En effet si le nuage primitif était homogène, l'épanouissement des nappes écarte ses molécules de OZ en sorte qu'au moins à une certaine distance du tube-tourbillon, la densité d croit proportionnellement au rayon x. La force centrale newtonienne devient alors $F_1 = K_1 x^2$ et agit ainsi très rapidement pour arrêter l'épanouissement.

Causes des excentricités des orbites. — Les nappes ne peuvent rester cir-

culaires : considérons en effet les trajectoires symétriques de deux molécules N, N′ par rapport à OZ : les composantes horizontales des chocs donnés aux nappes par les molécules N′ sont plus grandes que celles des chocs N. La poussée de X′ vers O sur une nappe est plus grande que la poussée inverse de X vers O : ce qui excentre chaque nappe. Cet effet diminue quand on se rapproche de OZ. C'est ce qui explique que les excentricités absolues décroissent régulièrement d'Uranus (0,888) à Vénus (0,0043).

Explication des phénomènes des Novæ. — Plaçons-nous au-dessus du plan XOY de la figure 1 et regardons monter dans la nébuleuse les nappes tourbillonnaires à partir du point B. Nous verrons exactement toutes les apparences successives présentées par la Nova de Persée en 1901 : point lumineux instantané très brillant (B) s'éteignant par oscillations périodiques de lumière (passage aux ventres Z_n, Z_{n-1}....), épanouissement de nappes concentriques (dont 4 ont été photographiées à l'Obs. d'Yerkes), volutes ou langues lumineuses à axe horizontal (dont l'équivalent dans notre système est le volumineux tourbillon générateur d'Uranus de rayon 4,9).

Les harmoniques de la vibration du tourbillon primitif. — Loi de distribution des petites planètes. — L'existence de petites planètes à presque toutes les distances entre 2 et 4 a été invoquée comme une preuve péremptoire qu'il ne saurait exister de loi des distances des planètes. Pour résoudre cette objection capitale j'ai établi un diagramme (*) donnant pour chaque intervalle de 0,1 (rayon de l'orbite terrestre) le nombre de petites planètes contenues dans cet intervalle en prenant pour centre du diagramme la distance 2,75 (Cérès 2,767, Pallas 2,72). La courbe ainsi obtenue a 5 maxima (les 5 anneaux de M. de Freycinet) et ressemble à celles qui, formées par la superposition de plusieurs sinusoïdes, sont justiciables de l'analyse harmonique. Il était donc probable que l'attraction puissante de la nappe de Jupiter (x_{11}) avait provoqué des vibrations harmoniques dans la nappe des petites planètes (x_{10}). Et en effet en introduisant dans la formule (4) des exposants fractionnaires de la forme $n \pm \frac{1}{p}$, j'ai obtenu pour $p = 3$ ou 4 les distances des maxima, $p = 8$ les distances des minima. Toutefois un écart à peu près constant et égal à 0,15 existe comme pour x_{10} entre le calcul et la réalité : il correspond à ce fait que les petites planètes ont quitté leurs nappes aux points correspondants à leurs aphélies.

D'ailleurs, en dehors de la nappe proprement dite des petites planètes, la figure 1 montre qu'il y en aura d'autres, celles qui seront dans la traînée de chaque grosse planète sur le profil trajectoire de chaque nappe et en

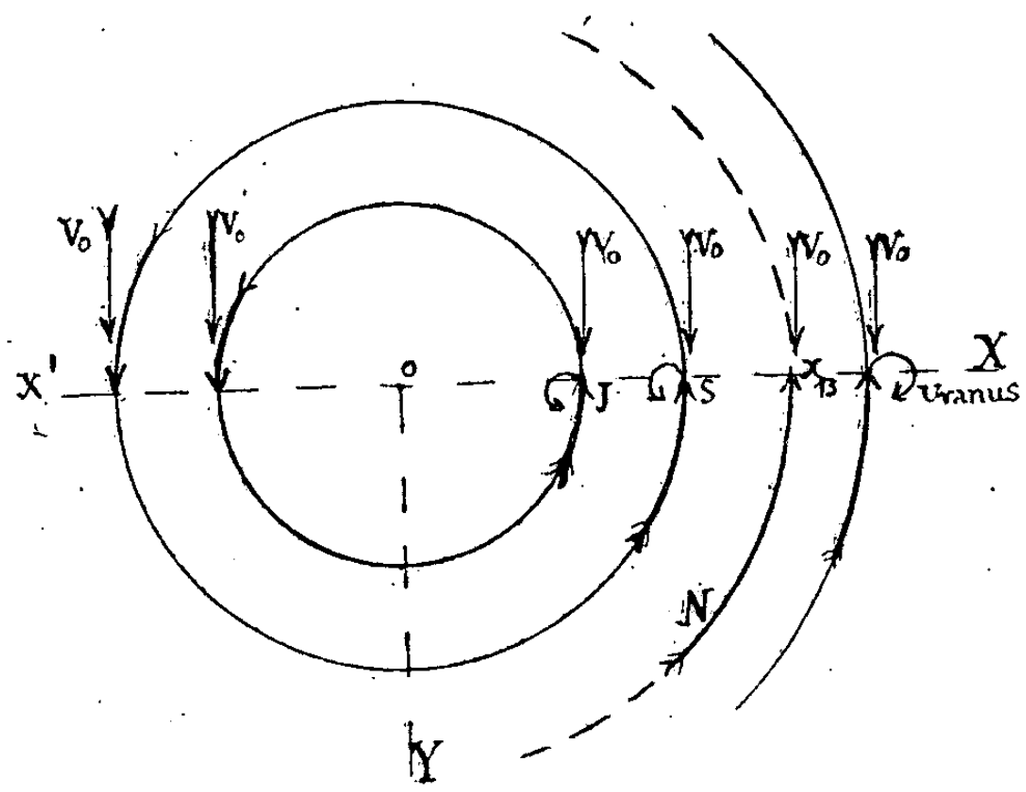
(*) *Journal de l'École Polytechnique*, 1908.

dessous de l'écliptique, puisque les petites planètes, comme des projectiles petits et légers, n'ont pas eu la force de projection suffisante pour atteindre ce plan. Déjà on connaît dans la traînée de Jupiter 4 petites planètes jalonnant la perpendiculaire à l'écliptique. Mais on a moins remarqué 3 petites planètes : Eros, Adalberta et Hungaria, qui sont évidemment dans la traînée de Mars : lorsqu'on a soin de les représenter en position d'aphélie leur alignement avec Mars fait avec l'axe de l'écliptique l'angle théorique (21°) de la nappe de Mars.

II. — Comment les Planètes naissent aux dépens des Nappes
Loi des Inclinaisons des Axes planétaires

Nous avons anticipé en parlant des planètes alors que la théorie ne nous donne encore que des nappes planétaires : il reste à résoudre le problème qui a été la grosse pierre d'achoppement de la Cosmogonie de Laplace : *comment les planètes se sont formées aux dépens des anneaux?* Mais nous avons en réserve, pour résoudre la difficulté, une variable non encore utilisée : la vitesse V_1 du nuage cosmique :

Figurons (*fig. 2*) la section des nappes tourbillonnaires dans l'écliptique :



LEGENDE :

N nappe à vitesse tangentielle maxima.
V_0 vitesse relative du nuage par rapport aux nappes, due à la vitesse V_1 du nuage.
J_1 S_1 U tourbillons planétaires naissant dans les nappes.

FIG. 2.

supposons que V_1 soit dirigée d'arrière en avant de la figure 1 de telle manière qu'à *un moment donné la vitesse relative* V_0 du nuage par rapport au tourbillon soit dans le plan de l'écliptique dirigée vers OY. Les vitessses V_0

seront *de même sens* que les vitesses tangentielles *du côté de OX'* et *de sens contraire du côté de OX*. Donc du côté OX, et non du côté OX', il y aura engorgement de matière et tendance à la formation de tourbillons locaux dans chaque nappe : ce sont les *tourbillons planétaires*. La vitesse d'agglomération y sera proportionnelle à la somme de la vitesse tangentielle et de la vitesse V_0, c'est-à-dire énorme en comparaison de celle que supposait Laplace dans ses anneaux où l'attraction seule pouvait agglomérer la matière.

Si à la distance x_{13} ($ox_{13} = 17{,}728$) se trouve une nappe ayant la *vitesse angulaire maxima*, les tourbillons planétaires *intérieurs à cette nappe* seront *de sens direct* et les tourbillons planétaires *extérieurs* seront *de sens retrograde*. En x_{13} il y aura conflit de deux rotations inverses, et par suite, absence des planètes, comme on le vérifie (*).

Cette explication si simple de l'agglomération en planètes de nappes annulaires et de l'existence de planètes à rotation rétrograde est confirmée pleinement par les deux preuves suivantes dont la dernière comporte une grande précision :

1° Si toutes les planètes se sont formées presque simultanément sur OX et non sur OX', cette dissymétrie, par rapport à O, doit avoir laissé sa trace dans le système solaire. Or, chaque orbite n'est dissymétrique par rapport au Soleil qu'en raison de son excentricité : la position des périhélies par rapport au Soleil doit donc être dissymétrique sur l'écliptique. En effet, toutes les planètes, sauf Uranus, ont leur périhélie sur le demi-cercle des longitudes allant de $\mathfrak{L} = 315°$ à $\mathfrak{L} = 135°$, qui contient aussi 419 périhélies de petites planètes, alors que le demi-cercle opposé n'en contient que 213 appartenant à celles dont l'excentricité est la plus faible.

Cette dissymétrie, qui n'avait guère été remarquée, peut continuer à subsister, bien que la *Mécanique céleste* soit impuissante à le démontrer, puisqu'elle dépend de la solution du problème des n corps ;

2° Si les tourbillons planétaires se sont formés sur OX, leurs inclinaisons sur l'écliptique doivent être celles des axes des planètes sur ce même plan. Mais les tourbillons planétaires sont nécessairement dans les plans tangents aux nappes et dans le plan de symétrie ZOX des nappes perpendiculaire à V_0. Par suite, les angles des tourbillons planétaires avec l'écliptique ne sont autres que ceux α des tangentes aux profils de la figure 1 avec OX. Or la figure 1 donne de suite en MM'

$$tg\ \alpha = \cot \beta = \frac{V \cos i}{\varphi\,(x - a) - V \sin i}$$

(*) C'est aussi le conflit de la vitesse tangentielle et de V_0 qui fait que loin du centre, là où la vitesse tangentielle est faible, non seulement la rotation, mais la révolution sont rétrogrades (Phœbé, VIII, de Jupiter).

où $i = 28^{\circ}$, $a = 0{,}28$, et β l'angle de l'équateur planétaire avec l'écliptique.

La distance qui annule le dénominateur de $tg\alpha$ est $OR = 4{,}9$ lorsqu'on prend $\frac{V}{\varphi} = 9{,}0407$ valeur donnant bien les angles β réels. Par R menons la perpendiculaire à OX qui rencontre en Q le tube-tourbillon, et intercepte sur lui la longueur O_1Q. On vérifie aisément par le triangle QRS que :

$$O_1Q = \frac{V}{\varphi}.$$

Ainsi *pour construire toutes les tangentes aux profils au niveau* OX, *il suffit de joindre* Q *aux points où les profils coupent* OX.

Propriété projective des nappes. — En admettant le nuage primitif homogène de densité D_m et en considérant que toute la matière comprise entre deux nappes voisines a été amenée dans l'écliptique, on peut démontrer que la densité D dans ce plan est à la distance x :

$$D = D_m \frac{x}{e}\left(1 - \frac{a^2}{x^2}\right),$$

e étant la largeur des zones circulaires en lesquelles on décompose l'écliptique.

Ce résultat nous a servi dans la théorie des rotations où l'on a admis la densité D proportionnelle au rayon, dès que celui-ci est assez grand par rapport à $a = 0{,}28$.

Dimension BO *du nuage cosmique.* — La détermination en nombre de $\frac{V}{\varphi} = K = 9{,}8407$ permet par la formule (2) de calculer la dimension BO du nuage. On trouve $BO = 80{,}96$ rayons de l'orbite terrestre.

L'intervalle de deux ventres consécutifs de vibration du tourbillon primitif était donc de 931 millions de kilomètres. A une vitesse de 500 kilomètres par seconde, bien dépassée dans les Novæ remarquables, le tourbillon serait parvenu de B en 0 en 8,6 mois et c'est aussi une durée de quelques mois que les Novæ mettent à s'épanouir jusqu'à leur disparition apparente.

On voit combien il est illusoire de disserter sur l'ancienneté relative des planètes; elles sont contemporaines : leur différence d'atmosphères et de densités tient à la proportion variable qu'elles contiennent des matières du nuage et du tourbillon. La suite des densités de la Terre à Neptune (5,50 — 3,91 — 1,33 — 0,70 — 1,07 — 1,65) montre bien qu'il y a eu accumulation de matériaux légers entre Saturne et Uranus.

La figure 1, nous donne encore une indication relative à l'origine de notre système : actuellement l'axe de l'écliptique forme un même plan

avec l'axe du monde et la direction de l'apex, étant compris entre ceux-ci. Or, à l'origine ces trois axes étaient dans le même plan, mais l'axe terrestre compris entre les deux autres. Donc, depuis l'origine, l'axe de la Terre a fait un nombre impair de demi-tours autour de l'axe de l'écliptique, ou, si le mouvement a été uniforme dès le début, la durée de notre système a été jusqu'ici un nombre impair de fois 13.000 ans.

Neptune et Uranus. — L'explication de la position couchée de l'axe d'Uranus est comme la pierre de touche d'une cosmogonie. Or la figure 1 montre de suite que la nappe du tourbillon principal $x_{13}x'$ montant dans le nuage relativement immobile y détermine un anneau-tore ou volute *à axe horizontal* dont la rotation se compose avec celle donnée par la formule ($\beta = 121°19'$) pour l'abaisser à 98 degrés. Cette explication intuitive est corroborée par ce fait que, lorsque la volute à axe horizontal n'existe pas (à une certaine distance en dehors du tourbillon principal), Neptune se trouve avoir son axe à la même inclinaison ($\beta = 122°$) que nous trouvons pour Uranus.

Calcul théorique de l'excentricité de l'orbite lunaire. — La question des inclinaïsons d'axe se rattache intimement à l'excentricité de l'orbite lunaire *e*.

On sait que $e = 0{,}0549$ ne varie que de quelques unités du dernier ordre et n'a pas de raisons de varier puisqu'il n'y a pas pour la Lune (comme pour les satellites de Jupiter) d'excentricités accidentelles dues à d'autres satellites, et que son orbite coïncide, à 5 degrés près, avec l'écliptique. Le nombre 0,0549 remonte donc à l'origine et doit pouvoir être calculé d'après notre théorie.

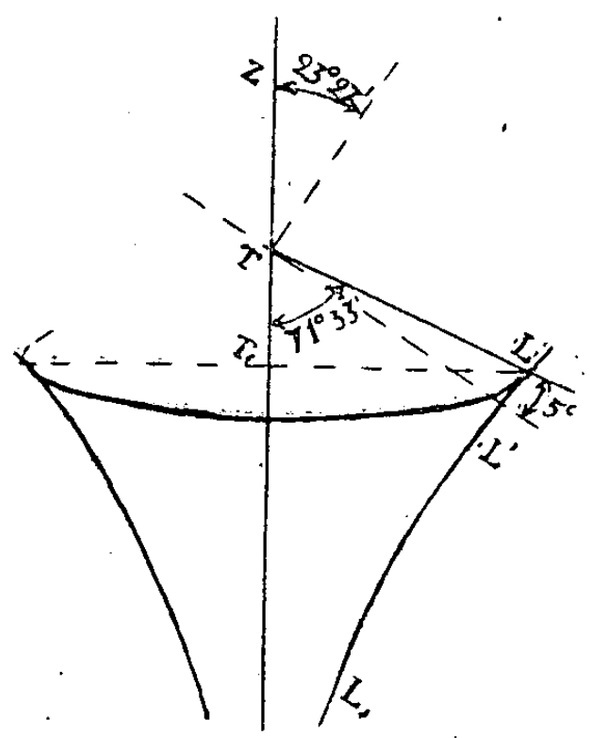


FIG. 3.

Soit TZ l'axe de la Terre située en T dans l'écliptique *(fig. 3)*. La Lune prendra naissance dans la partie LL_1 de la nappe lunaire située vers TX : c'est en L *au-dessus* de l'écliptique que se fixera la Lune, l'angle LTX étant égal à 5 degrés : cette position satisfait d'ailleurs aux lois de Cassini et l'on ne voit pas pourquoi la Lune avec sa grande masse se serait arrêtée à 5 degrés *au-dessous* de l'écliptique (*). Au moment où le tourbillon lunaire né dans la nappe LL_1 s'est arrêté en

(*) Si l'on part d'ailleurs de cette position L', on trouve $e' = 0{,}137$ valeur complètement différente de la réalité.

L, il avait tendance à tourner *circulairement* dans cette nappe autour de T_1 centre de gravité du tourbillon terrestre. Mais celui-ci, *avec la même masse*, avança ultérieurement de T_1 en T : l'orbite de L autour de T ne pouvait donc être qu'*excentrée* de toute la différence entre LT_1 et LT. On a donc :

$$TL = LT_1 (1 + e) = \frac{LT_1}{\sin 71°33°}$$

d'où

$$e = 0{,}0542.$$

Ce calcul, si précis, montre l'interdépendance étroite de tous les phénomènes cosmiques, puisque *e* de l'orbite lunaire résulte des inclinaisons de l'orbite lunaire et de l'équateur terrestre sur l'écliptique.

Condition dynamique pour qu'un choc entre une nappe et le nuage produise un tourbillon planétaire. — Explication des petites planètes. — Il ne suffit pas, comme nous l'avons admis implicitement dans la figure 2, pour qu'un tourbillon planétaire prenne naissance, qu'un choc direct se produise entre la masse *m* qui traverse dans l'unité de temps l'unité de section de la nappe et la masse μ correspondante du nuage : il faut encore que *m* ait tendance à s'enrouler autour de μ. Cette tendance Ω_1 à l'enroulement ou à l'agglomération dépend de *la variation de leur choc dans le sens de la normale au profil de la nappe :* μV_0 et $m\omega x$ représentent les quantités de mouvement intervenant dans ce choc : μV_0 ne varie pas (nuage supposé homogène), donc :

$$\Omega_1 = \sin\alpha \frac{\delta . m\omega x}{\delta x} = \sin\alpha \left(m \frac{\delta \omega x}{\delta x} + \omega x \frac{\delta m}{\delta x} \right).$$

La condition cherchée est donc : $\Omega_1 \neq 0$.

Ainsi la masse agglomérée est liée à la vitesse de rotation Ω_1, ce que nous savions déjà par la théorie des rotations. Une des causes principales de la masse relative de la Lune et de Jupiter est que $\alpha = 88°$ pour ces deux corps.

Si les petites planètes ont peu de masse, c'est qu'elles ont peu de rotation : dans la balistique cosmique comme dans la balistique terrestre, un projectile qui n'a pas de rotation sur son axe manque de portée : et les petites planètes n'ont pu atteindre leur but, l'écliptique.

Or Ω_1 sera très faible si ses deux termes sont de signe contraire : mais le premier est positif dans la région des planètes directes où la vitesse tangentielle augmente avec x : pour que $\frac{\delta m}{\delta x}$ soit négatif, il faut que la nappe soit appauvrie de matière par la région extérieure : c'est ce qui arrivera si une nappe de grande masse comme celle de Jupiter monte dans la nébuleuse, vidant de matière la région interne. Voilà l'explication mécanique de la production des petites planètes.

III. — Formation du Soleil. — Origine des Comètes.

Les traînées solaires. — Par son choc sur le nuage cosmique, la masse du tourbillon primitif se fractionne en deux parties : l'une détachée du tronc central, comme des écorces extérieures, va s'agglomérer aux noyaux planétaires de masse P : l'autre, de masse M, continue son chemin suivant OZ. Or, Schiaparelli a montré qu'une masse agissant par attraction différentielle sur un nuage cosmique très étendu, le résout en une traînée dirigée vers la masse attirante.

Si la masse M sort du nuage cosmique avec une vitesse supérieure à la vitesse parabolique par rapport à ce nuage, elle s'éloigne à tout jamais laissant derrière elle une *nébuleuse perforée*. Dans le cas contraire, cette masse M résout la partie haute A′ (fig. 1) du nuage en une *traînée* T_1 *dirigée vers l'apex*. La masse planétaire P projetée hors du nuage avec une vitesse inférieure à celle de M, résoudra la partie basse A en une *traînée* T_2 *dirigée vers l'anti-apex*.

Mais cet ensemble T_1T_2 ayant un ventre dans le plan des planètes en aura d'autres secondaires distribuant les masses *périodiquement* le long de T_1T_2. Le Soleil dont le noyau primitif est le disque circulaire de rayon 0,28 découpé dans l'écliptique par le tourbillon, résultera de l'agglomération finale des traînées T_1T_2 par *condensation périodique de matière*. C'est l'origine de la *période undécennale* de l'activité solaire, à laquelle peut contribuer aussi le balancement allant de l'équateur aux pôles imprimé par l'agglomération tardive d'une masse importante (1/8) de matière satellitaire.

La lenteur de la rotation solaire, inexplicable quand on veut faire résulter le Soleil de la condensation suivant la loi des aires d'une vaste nébuleuse, résulte simplement de ce que les molécules du nuage avaient des moments *en partie directs, en partie rétrogrades* par rapport au tourbillon ZZ′.

L'inclinaison de 7 degrés de l'axe du Soleil est due à un *phénomène de précession* résultant de l'*attraction oblique* et concordante des traînées T_1T_2 sur le disque-noyau du Soleil ayant primitivement son équateur dans l'écliptique.

Le phénomène paléothermal s'explique par le fait que la Terre, aux temps primaires, devait sa chaleur à un Soleil prolongé par les colonnes lumineuses T_1T_2 dont la radiation maintenait les pôles dans une lumière perpétuelle.

Étoiles doubles. — Si la masse M du tourbillon rencontre un second nuage cosmique, elle le transforme virtuellement en un second soleil : le premier soleil aura une vitesse de translation plus grande que celle du

second et dirigée vers celui-ci. Le premier soleil rejoindra le second. Mais si l'angle β de V avec le rayon vecteur r est très faible, la formule :

$$a(1-e^2) = \frac{r^2V^2}{f}\sin^2\beta$$

montre que e se rapproche de l'unité.

Voilà toute la genèse d'une étoile double avec une excentricité d'orbite relative atteignant parfois 0,9.

Origine des comètes. — Toute la matière des traînées solaires T_1T_2 est-elle condensée? Non, puisque nous voyons apparaître la matière nébuleuse des comètes et que le groupement de leurs périhélies, trois fois plus dense aux longitudes 270° et 90° (qui sont celles de l'apex et de l'anti-apex) qu'aux longitudes 0° et 180°, nous prouve qu'elles ont pour origine les traînées solaires. Une autre preuve est que si la trajectoire solaire a présenté anciennement une courbure (ce qui est probable) la proportion de comètes directes et rétrogrades doit être inverse vers $\mathfrak{L} = 270°$ et vers $\mathfrak{L} = 90°$: c'est ce que l'on vérifie et, comme il y a majorité de périhélies de comètes directes vers $\mathfrak{L} = 90°$ et majorité de comètes rétrogrades vers $\mathfrak{L} = 270°$, on peut conclure que *le centre de courbure de la trajectoire solaire était anciennement vers* $\mathfrak{L} = 180°$. Si les comètes proviennent des extrémités des traînées supposées à la distance R = 400.000 (de l'ordre des étoiles les plus voisines), une comète parabolique nous parviendrait en 45 millions d'années ce qui suppose 90 millions d'années pour la durée de notre système. Il ne peut exister de comètes hyperboliques car, ne mettant de la distance R que 300.000 ans à parvenir au centre, elles ont dû, sélectionnées des autres par le temps disparaître absorbées par le Soleil non condensé (*).

De l'atome à la voie lactée. — Existe-t-il des sous-satellites? C'est probable, mais, en tous cas, l'*atome* apparait comme le dernier des sous-satellites. Mais remontons la chaîne en sens inverse : un tourbillon satellitaire t nait dans une nappe n issue d'un tourbillon planétaire t' : celui-ci naît dans une nappe n' issue du tourbillon solaire t'' : celui-ci doit naître dans une nappe n'' issue d'un tourbillon t'''. La proportion que nous avons mesurée entre les rayons des tourbillons t' et t'' nous permet de croire que le rayon du tourbillon t''' est de l'ordre de la distance des étoiles voisines. Et alors le tourbillon t''' est celui de notre Univers ayant produit dans ses nappes épanouies des soleils dont l'écliptique est la *voie lactée.*

Conclusions. — Le système solaire, comme tous les êtres organisés, naît de la rencontre de deux entités antérieures.

(*) E. BELOT : *Comptes rendus,* 8 janvier 1906.

La Cosmogonie tourbillonnaire, qui précise les conditions de cette rencontre, explique d'emblée tous les faits astronomiques connus, en prévoit et en détermine les lois.

L'idée tourbillonnaire, semée il y a trois siècles, était sortie de France avec Helmholtz et les Thomson : elle y rentre enfin sous la forme cosmogonique que lui avait donnée le génie prophétique de Descartes.

M. J. RICHARD

Professeur au Lycée (Dijon).

SUR QUELQUES POINTS DE LA PHILOSOPHIE DES MATHÉMATIQUES : LA LOGIQUE, LA NOTION DE NOMBRE ENTIER ET LA THÉORIE DES ENSEMBLES

— 7 *août* —

Les propositions d'une science se déduisent d'un petit nombre d'entre elles appelées principes ou axiomes. Les principes ne doivent pas être contradictoires entre eux. Pour montrer que les principes d'une science, de la géométrie, par exemple, ne se contredisent pas, il suffit de définir un système d'objets auxquels les principes s'appliquent.

Pour l'arithmétique et surtout la logique, la difficulté paraît plus grande. Comment démontrer la non-contradiction des principes de la logique ? On ne peut rien démontrer sans faire usage de ces principes.

La réponse à cette question est celle-ci : *La logique pure n'a pas de principes lui appartenant en propre.* Les seuls principes utilisés pour raisonner sont ceux de la science étudiée, et non ceux d'une science spéciale appelée *logique.*

Montrons-le par un exemple.

Soit à démontrer cette proposition : *La perspective d'une droite est une droite.* Les hypothèses du théorème sont les suivants ; *A, B, C sont trois points en ligne droite : S est un point non situé sur la droite ABC, P est un plan ne passant pas par S. SA coupe P en A′, SB coupe P en B′, SC coupe P en C′.*

La conclusion est la suivante : *A′, B′, C′ sont en ligne droite.*

Raisonnement. — S n'est pas sur la droite A B, donc A, B, S déterminent un plan Q.

P ne passe pas par S, Q passe par S, donc P est distinct de Q.

A et B sont dans Q, C est sur la droite AB, donc C est dans Q.

A′ est sur SA, S et A sont dans Q, DONC A′ est dans Q.

B′ est sur SB, S et B sont dans Q, DONC B′ est dans Q.

C′ est sur SC, S et C sont dans Q, DONC C′ est dans Q.

A′ B′ C′ sont dans Q, ils sont dans P (par hypothèse), donc ils sont à l'intersection de ces deux plans, c'est-à-dire en ligne droite.

La démonstration est, on le voit, une suite d'inférences ; une inférence est de la forme *a* est vrai, DONC *b* est vrai. La prémisse *a* est vrai est ou bien tirée de l'hypothèse, ou bien la conclusion d'une inférence antérieure.

Soit, par exemple, l'inférence :

C′ est sur SC, S et C sont dans Q, DONC *C′ est dans Q*.

C′ est sur SC, cela est dans l'hypothèse, S et C sont dans Q, cela est démontré auparavant.

Ce qui permet de faire l'inférence, c'est la proposition générale suivante :

Une droite ayant deux points dans un plan, y a tous ses points. Voilà le *principe* permettant de faire le raisonnement ; ce n'est pas un principe de logique, c'est une proposition de géométrie.

Mon assertion se trouve justifiée par cet exemple.

Toutefois certaines notions très générales sont en quelque sorte communes à toutes les sciences.

Ce sont les notions de classe, de nombre entier de correspondance.

Je vais les examiner dans ce qui suit.

1° *Notion de classe.* — Pour qu'une classe *k* soit définie, il faut :

1° Qu'un objet *x* étant donné, il soit possible, au moins théoriquement, de savoir si *x* est ou non un objet de la classe *k* ;

2° Qu'on puisse savoir si deux objets *x* et *y* donnés et appartenant à la classe *k* sont distincts ou non.

Cette définition est à peu près celle donnée par Cantor pour un ensemble d'éléments. Elle soulève, certes, des difficultés. Je ne m'y arrêterai pas. Ces difficultés ne nous gêneront pas dans ce qui suit.

Une classe A est dite contenue dans la classe B, si l'on a le droit de faire le petit raisonnement ou *inférence* suivante :

x est un A donc *x* est un B

Cette notion de classe contenue dans une autre fournit la théorie du syllogisme. Soit, par exemple, le syllogisme en *Barbara*.

Tout A est B, or tout B est C, donc tout A est C.

Admettons les deux prémisses, et supposons qu'un individu *x* soit un individu de la classe A.

La première prémisse donne le droit de dire

x est un A donc *x* est un B

x étant un B, la seconde prémisse donne le droit de dire

x est un B donc x est un C

On aboutit à la conclusion x est un C, dès qu'on admet la prémisse x est un A. La légitimité du syllogisme se trouve démontrée.

2° *Notion de nombre.* — La notion *d'individu* est supposée dans la notion de classe. Partir de l'inverse, commencer par la classe pour arriver à l'individu me paraît être une faute de logique.

Soit x un individu, y un individu non identique à x; x et y seront *deux* individus, *Deux* est ainsi défini.

On définira ensuite *trois*, *quatre*, etc, par le procédé uniforme suivant:

Supposons p défini, si k est une collection de p individus, et si x est un objet n'appartenant pas à k, la collection k' composée de k et de l'objet x sera dite contenir $p + 1$ individus.

Les nombres se définissent donc par *récurrence*, c'est-à-dire de proche en proche, les uns après les autres.

Revenons à la notion de classe. Il y a trois sortes de définitions pour une classe :

1° *Par une propriété générale* appartenant à tout objet de la classe, et pas à d'autre objet.

2° *Par récurrence.* Supposons une certaine règle permettant de faire correspondre à un objet x un objet $f(x)$. Soit a un premier objet de la classe, la classe contiendra aussi $f(a)$, puis $ff(a)$ ou $f_2(a)$, puis $ff_2(a)$ ou $f_3(a)$... et en général b étant un objet de la classe, la classe contiendra aussi $f(b)$.

On peut donner un exemple concret : les ancêtres de a (branche mâle) sont: le père de a, le père du père de a... etc. et, en général, si b est un ancêtre, le père de b est aussi un ancêtre.

Une classe k étant définie par récurrence, les premières propriétés des objets de la classe se démontreront par récurrence. On démontrera :

1° Que la propriété P est vraie de A ;

2° Que la propriété P étant vraie de x, est vraie de $f(x)$.

C'est *l'induction complète.* Ce mode de démonstration spécial aux classes récurrentes ne peut se ramener à un autre. Je l'ai montré ailleurs.

3° *Par énumération.* — Les définitions de cette espèce n'interviennent pas dans la science. Disons-en seulement un mot. Si l'on veut définir l'Académie française, telle qu'elle est actuellement composée, on nommera tous les académiciens.

Si l'on veut alors démontrer une propriété de la classe, il faudra alors en examiner *tous* les objets. Si quelqu'un m'énonce cette proposition :

« Tous les académiciens sont décorés », je devrai pour m'en assurer examiner chaque académicien à part.

4° *Notion de correspondance.* — J'ai déjà fait usage de cette notion dans ce qui précède. D'un objet x, on déduit, par une certaine règle, un correspondant $f(x)$.

La correspondance est biunivoque si l'on a les propriétés générales suivantes :

1° Si x est identique à y, $f(x)$ est identique à $f(y)$;

2° Si $f(x)$ est identique à $f(y)$, x est identique à y.

Soit k une classe, $f(x)$ une correspondance biunivoque. La classe $f(k)$ sera la classe des objets correspondants à ceux de la classe k, ainsi :

Si x et un k, $f(x)$ est un $f(k)$

et, inversement, si $f(x)$ est un $f(k)$, x est un k, ou, plus exactement, si y est un $f(k)$, il existe un x tel que y est identique à $f(x)$ et x est un k.

Je vais examiner ici la démonstration du théorème dit de *Cantor-Bernstein*. Pour éviter certaines longueurs, je l'énoncerai ainsi :

« Si A est une classe, B une classe contenue dans A, f une correspondance biunivoque ; si la classe f(A) est contenue dans B, on peut trouver une correspondance biunivoque entre A et B . »

Dans cet énoncé, il n'y a pas la notion de nombre. Nous allons la voir apparaître dans la démonstration.

Je vais considérer les classes

(1) A B f(A) f(B) f_2(A) f_2(B)..... f_p(A) f_p(B)..... *etc.*

Chacune de ces classes est contenue dans la précédente ; en effet, B est contenue dans A par hypothèse et f(A) est contenue dans B.

Or, d'une façon générale, si une classe B est contenue dans une classe A, φ(B) est contenue dans φ(A).

En effet, soit y un individu de la classe φ(B), on pourra trouver un individu x, tel que y soit $\varphi(x)$ et l'on raisonnera ainsi :

$\varphi(x)$ est φ(B), donc x est B.
x est B, donc x est A.
x est A, donc $\varphi(x)$ est φ(A).

Ce qui démontre la proposition.

En appliquant ce raisonnement à la suite (1), on voit que chaque classe est contenue dans la précédente.

J'indique par A — B la classe des A qui ne sont pas B. On démontre sans peine l'identité des 2 classes φ(A — B) et φ(A) — φ(B).

Si B est contenu dans A, et si $\varphi(A)$ est contenu dans B, les deux classes :

$$A - B \qquad \varphi(A) - \varphi(B)$$

n'ont aucun élément commun ; car, si x est un élément de la classe $A - B$, il n'appartient pas à B, et comme $\varphi(A)$ est contenue dans B, x n'appartient pas à $\varphi(A)$ et par conséquent pas à $\varphi(A) - \varphi(B)$.

On verra alors que les classes suivantes :

$$(2) \quad A - B \quad f(A) - f(B) \quad f_2(A) - f_2(B) \ldots\ldots \quad f_p(A) - f_p(B) \ldots\ldots$$

n'ont aucun élément commun deux à deux.

Cela posé, soit x un élément de A. Si x appartient à l'une des classes de la suite (2), faisons-lui correspondre $f(x)$: $f(x)$ appartiendra à B, car il appartiendra à $f(A)$ contenu dans B.

Si x n'appartient pas à l'une des classes (2), faisons-le correspondre à lui-même. Dans ce cas x appartiendra à B, puisqu'il n'appartient pas à la classe $A - B$.

Par ce procédé, à tout élément de A correspond un élément de B, et cette correspondance, il est facile de le voir, fournit tous les éléments de B, En outre, à des éléments distincts correspondent des éléments distincts.

Ainsi se trouve démontré le théorème énoncé.

Mais la démonstration suppose la notion de nombre entier, et l'énoncé du théorème semble ne pas supposer cette notion.

En réalité, l'énoncé du théorème la suppose aussi. Il existe, dit cet énoncé, une correspondance entre A et B. Cela veut dire : on peut *définir une loi de correspondance* entre tout élément de A et tout élément de B. Mais le théorème n'affirme pas *que cette définition est une définition générale*. Ce peut être une *définition par récurrence*. C'en est une effectivement, car la suite (2) se définit par récurrence. Mais une telle définition se ramène à celle des nombres entiers.

Notion de Nombre transfini.

J'introduirai cette notion comme il suit. Les fonctions dont je vais parler sont des fonctions prenant des valeurs *entières* pour toute valeur *entière* de la variable.

Une fonction $g(x)$ sera dite plus croissante que $f(x)$, si le rapport de $g(x)$ à $f(x)$ est croissant pour des valeurs de x suffisamment grandes.

Soit $\varphi(x)$ une fonction plus croissante que x. $\varphi\varphi(x)$ ou $\varphi_2(x)$ sera plus croissant que $\varphi(x)$. Je pourrai former la suite des fonctions :

$$\varphi(x) \qquad \varphi_2(x) \qquad \varphi_3(x) \ldots\ldots \qquad \varphi_n(x) \ldots\ldots$$

dont chacune est plus croissante que la précédente. A l'entier n correspond ainsi une fonction.

Soit x un nombre entier quelconque. Appelons $\psi(x)$ la plus grande des quantités $\varphi(x)$ $\varphi_2, (x), \ldots\ldots \varphi_x(x)$.

$\psi(x)$ sera plus croissante que $\varphi_n(x)$ quel que soit n ; je nommerai cette fonction $\varphi_\omega(x)$ et le signe ω s'appellera le premier nombre transfini.

$\varphi_\omega(x)\varphi$ sera $\varphi_{\omega+1}(x)$, et ainsi de suite; en sorte que je puis définir $\omega + 1$, $\omega + 2$, ... 2ω, puis $2\omega + 1 \ldots\ldots$, $n\omega$, ω^2, ω^ω, puis ω^{ω^ω}, puis une suite d'exposants ω au nombre de ω, ce pour quoi les notations manquent, mais on en peut fabriquer.

Ce procédé fournit des symboles servant à numéroter des fonctions de plus en plus croissantes.

Cet ensemble de symboles est-il dénombrable? Je réponds *oui*. Chaque nombre transfini peut-être désigné par un nombre fini de mots, sans quoi on ne pourrait pas en parler. Or, tout ensemble d'objets dont chacun d'eux est désignable par un nombre fini de mots est dénombrable. On met les premiers ceux qui peuvent être désignés en employant le moins de lettres, et si deux objets sont désignés avec le même nombre de lettres, on range ces désignations par ordre alphabétique.

Voici maintenant le paradoxe.

L'ensemble étant dénombrable, nous pouvons ranger toutes nos fonctions en une seule série :

$$\psi_1 \quad \psi_2 \quad \psi_3 \ldots\ldots \quad \psi_n \ldots\ldots$$

Ces fonctions ainsi rangées ne sont pas de plus en plus croissantes ; mais soit g_2 la première fonction après ψ_1 qui soit plus croissante que ψ_1, g_3 la première fonction après g_2 plus croissante que g_2, etc.

Nous formerons une série :

$$\psi_1 \quad g_2 \quad g_3 \ldots\ldots \quad g_p \ldots\ldots$$

de fonctions de plus en plus croissantes.

Mais, par un procédé déjà indiqué, nous pourrons trouver une fonction g_α plus croissante que tous les g_p et par suite que tous les ψ_n. Le symbole de cette fonction serait donc un nombre transfini n'appartenant pas à l'ensemble des nombres transfinis déjà étudiés : donc cet ensemble ne saurait être dénombrable.

L'objection ne porte pas. On a employé pour définir notre nouveau nombre transfini un procédé plus puissant que ceux employés d'abord. On a altéré l'ordre des nombres primitivement définis en les rangeant en une seule série.

Ce procédé fournira de nouveaux nombres transfinis plus grands. On pourra le répéter ; on ne sortira jamais d'un ensemble dénombrable.

Voilà un paradoxe bien singulier. D'une part : Étant donné un ensemble

dénombrable de nombres transfinis, on peut toujours trouver un nombre transfini supérieur à tous ces nombres.

D'autre part: *Tous* les nombres transfinis forment un ensemble dénombrable. Ce paradoxe a une explication analogue à celle que j'ai donnée autrefois dans la *Revue générale des Sciences*. Je n'y reviendrai pas.

En réalité, on ne peut former des nombres transfinis pour exprimer tous les degrés de croissance des fonctions.

*
* *

J'ajouterai quelque chose au sujet de l'axiome *Zermelo*. Soit à démontrer cette proposition :

Si un ensemble contient une infinité d'éléments, on peut prélever dans l'ensemble un ensemble dénombrable.

Soit u_1 un élément de cet ensemble, u_2 un élément autre que u_1, u_3 un élément autre que u_1 et u_2, u_4, un élément autre que u_1, u_2, u_3, ... etc, comme l'ensemble contient une infinité d'éléments, on pourra continuer à dire celà indéfiniment: on aura des éléments formant un ensemble dénombrable.

Cette démonstration ne vaut rien. Ce qu'elle prouve c'est ceci : on peut trouver dans l'ensemble n éléments distincts, quel que soit n.

Le théorème à démontrer est autre ; c'est celui-ci : Quel que soit l'entier n, on peut trouver une règle de correspondance entre n ét un élément u_n, tel qu'à deux entiers distincts correspondent deux éléments distincts. Ce qu'il faut démontrer c'est l'existence d'une règle.

L'axiome de *Zermelo*, d'après lequel la démonstration ci-dessus serait valable, me paraît donc faux.

M. J. RICHARD

SUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ASTRONOMIE

— 7 août —

L'Astronomie est une science généralement ignorée, même des gens les plus cultivés.

On peut en fournir des preuves en citant de nombreux passages d'auteurs plus ou moins célèbres renfermant quelque absurdité astronomique. Tout le monde connaît le « Vénus se lève à l'horizon » dans le *Soir* de Lamartine.

Montrer la lune au fond d'un puits, comme le fait La Fontaine, ou par

une cheminée, comme le fait Courteline, dans « Théodore cherche des allumettes », suppose que cet astre passe au zénith.

Les dessinateurs qui tournent à l'envers le croissant lunaire, ceux qui mettent la lune en plein nord, ceux même qui mettent des étoiles à l'intérieur du croissant ne sont pas impossibles à trouver.

On n'a pas oublié le phénomène de Cherbourg. Il y a quelques années une apparence lumineuse bizarre errait sur le port de cette ville. L'entente cordiale n'existant pas encore, on crut à un ballon anglais faisant de l'espionnage. Or c'était la planète Vénus.

Proctor, dans son atlas céleste, cite un passage de Dickens où une étoile reste au zénith pendant plusieurs heures. Il cite également d'autres absurdités analogues.

Tout ceci prouve l'ignorance générale de l'astronomie. Mais cette ignorance ne devrait pas pénétrer là où l'on étudie les mathématiques, je veux dire dans les divisions scientifiques de l'enseignement secondaire.

Or il n'en est rien. La part de l'astronomie dans les programmes est très faible. Accrue en 1902, lors de la réforme générale, elle fut de nouveau réduite trois ans après.

L'Astronomie élémentaire se nomme Cosmographie. Ce nom indique la façon d'enseigner cette science. On doit se borner à une pure description, éviter tout calcul. ne montrer dans la science aucune application des mathématiques. Là, sans doute, est la cause du mépris des élèves pour la science astronomique.

Tout cela est fort regrettable. J'ai une conception particulière de ce que devrait être l'enseignement secondaire. Dans cette conception que je n'exposerai pas ici, l'astronomie doit avoir une part considérable.

L'importance de l'astronomie est double. Le point de vue philosophique doit être envisagé d'abord. Le sujet a été souvent traité ; il se prête au développement littéraire, et c'est peut-être là, pour certains esprits, une cause d'aversion ; ils voient une vaine déclamation, et ne cherchent rien sous les mots trop ampoulés qu'on leur présente. Prenons donc la question aussi sèchement que possible.

Les anciens distinguaient *le Ciel* et *la Terre*. Il y avait là une sorte de *Dualité*. Ce mot est bien choisi. On supposait en effet une sorte de correspondance entre les choses du ciel et celles de la terre, de façon que les unes puissent faire prévoir les autres. D'où l'Astrologie.

D'après les idées anciennes, le ciel et la terre sont deux parties à peu près d'égale grandeur constituant l'univers.

L'astronomie moderne, en faisant de la terre une planète, et du soleil une étoile, fait disparaître cette dualité. Il n'y a plus que le ciel dont la terre est une partie. Elle donne ainsi une idée juste de l'univers.

Une remarque importante : les propositions d'Astronomie proprement

dite expriment des rapports de forme et de situation. Je puis les nommer des propositions spatiales. Elles ont un sens bien net, bien catégorique, différentes en cela des propositions de certaines sciences, qui ne sont qu'interprétatives. Une théorie physique n'est souvent qu'un système de liaisons entre des faits; les théories modernes de l'électricité en sont des exemples. Deux théories pareilles peuvent être bonnes toutes deux, bien qu'incompatibles, si elles relient également bien les faits. Les propositions purement spatiales ont, au contraire, un sens absolu. De là une sorte de supériorité de la science astronomique.

Enfin, l'astronomie est remarquable par ses méthodes. Les dispositions ingénieuses permettant des mesures extrêmement précises, les applications du calcul des probabilités, pour évaluer cette précision ajoutent encore à l'importance philosophique de la science astronomique.

Je me place à un autre point de vue, celui de l'enseignement L'enseignement des mathématiques doit être concret. On doit montrer, dans la science, non pas des théories abstraites sans contact avec la réalité, mais un ensemble de propositions fourmillant d'applications au monde extérieur. C'est là une conception nouvelle de l'étude des mathématiques. Je la crois bonne et ne m'attarderai pas à la justifier. Or l'astronomie fournit justement un grand nombre d'applications des mathématiques. Beaucoup de ces applications sont certes hors de portée des mathématiques élémentaires; pourtant, si ces dernières étaient enseignées d'une façon quelque peu différente, le nombre des questions astronomiques susceptibles d'être résolues serait sensiblement augmenté.

La Trigonométrie est une partie de la Géométrie. On a coutume de l'enseigner à part, mais on l'enseigne plutôt pour en tirer des exercices de calcul algébrique que pour autre chose. Supposez qu'on change cela, qu'on cesse de faire de l'Algèbre pour faire de la géométrie. La trigonométrie sera réduite de moitié, ou peu s'en faut. On pourra alors y ajouter, sans surcharge, des programmes, les formules de trigonométrie sphérique dites *groupe de Gauss*. Les formules donnant les angles d'un triangle sphérique en fonction des côtés seront un exercice pour les élèves. Avec ces formules, avec celles qu'on en déduit par le triangle polaire, tous les cas de résolution des triangles peuvent être traités.

Dès lors, les applications à l'astronomie deviennent très nombreuses. Je ne les énumérerai pas ; mais j'entends que ces applications doivent être absolument pratiques. En voici un exemple. On observe à une certaine date, et à une certaine heure, que l'ombre d'une tige verticale est parallèle à l'un des côtés de la cour du lycée. On peut en déduire l'orientation de cette cour, et par suite tracer une méridienne.

La construction des cadrans solaires est une application très élémentaire, et c'est en même temps un bon exercice de géométrie descriptive.

Lorsqu'on fait une application, il faut la faire juste. Ainsi, dans les calculs sur la dépression de l'horizon, il faut tenir compte de la réfraction. La façon de le faire est très simple; je ne l'ai jamais trouvée dans un ouvrage classique.

Pour faire de l'Astronomie, il faut regarder les astres. Tous les lycées possèdent une lunette astronomique. On y regarde quelquefois la pointe d'un clocher, mais jamais un astre. Il serait du reste bien difficile de le faire. A l'heure de la classe, on ne peut voir que le soleil ; déranger les élèves le soir serait contraire à tous les règlements.

A propos de la lunette astronomique, il existe des ouvrages très bien faits, où se trouve bien complète la théorie mathématique de cet instrument. Quand l'élève l'a lue, il ne sait pas quelles sont les longueurs focales usitées pour l'objectif ou pour l'oculaire ; *il ne sait même pas que les lentilles de l'instrument sont renfermées dans un tube, généralement en laiton.*

Ces remarques ont pour but de faire ressortir le caractère trop abstrait donné à l'enseignement. Je les termine ici. Malgré les idées nouvelles, tendant à rendre l'enseignement plus concret, on n'introduira pas de longtemps l'étude de l'astronomie, avec le caractère indiqué ci-dessus. Cela est trop contraire aux usages pour qu'une simple réforme faite par un ministre puisse y parvenir.

M. Achille RILLY

Chef de Section honoraire des Chemins de fer de l'Est (Troyes).

ÉTOILES BIMAGIQUES

— 7 août —

La question que je me propose d'examiner est la suivante :

Étant donnée une étoile à six branches, est-il possible de disposer des nombres consécutifs, dont le premier soit l'unité, sur les rayons et à leurs intersections, de telle façon que les totaux, par ligne, présentent une double constante : au premier et au deuxième degré; autrement dit, peut-on construire une étoile à six branches bimagiques?

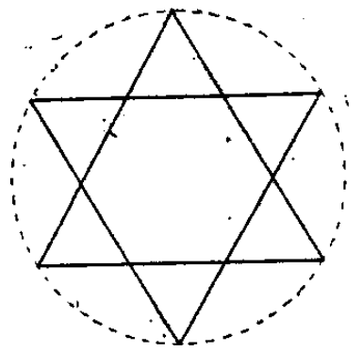


FIG. 1.

Le nombre des intersections étant 12, c'est le minimum des nombres que l'on puisse employer. Mais la somme des carrés des 12 premiers nom-

bres étant 650, et chacun devant être pris deux fois, le total des six lignes serait 1300. Or ce nombre n'est pas divisible par 6. Il n'y a donc pas de solution avec 12 nombres.

Au delà, il faut ajouter 6 nombres à chaque fois qu'on en ajoutera un par ligne. Donc, en général, l'étoile comprendra $6n$ nombres, $n > 2$.

Désignons par S_1 la somme des 12 nombres placés aux intersections, par S_2 celle de leurs carrés, et par C_1 et C_2 les constantes au premier et au second degré.

Les conditions premières résultant de l'énoncé, s'expriment par les égalités :

$$6C_1 = 3n(6n + 1) + S_1,$$
$$6C_2 = n(6n + 1)(12n + 1) + S_2.$$

De ces égalités, nous tirons immédiatement les conséquences suivantes :

S_1. — La somme des douze nombres des intersections doit être un multiple pair ou impair de 3, suivant que n est pairement ou impairement pair.

S_2. — La somme de leurs carrés doit être un multiple de 6, moins n (*) par conséquent :

1° S_2 est un multiple pair ou impair de 3, suivant que n est un multiple pair ou impair de 3;

2° Si n est un multiple de 6, plus 1, C_2 doit être un multiple de 6, moins 1, et réciproquement, si n est un multiple de 6, moins 1, C_2 doit être un multiple de 6, plus 1 ;

3° Si n est un multiple de 6, plus 2, C_2 doit être un multiple de 6, moins 2, et réciproquement, si n est un multiple de 6, moins 2, C_2 doit être un multiple de 6, plus 2.

Exemples :

$6n = 18$.	C_1 multiple impair de 3.	C_2 multiple impair de 3.
$6n = 24$.	C_1 multiple de 6.	C_2 multiple de 6, plus 2.
$6n = 30$.	C_1 multiple impair de 3.	C_2 multiple de 6, plus 1.
$6n = 36$.	C_1 multiple de 6.	C_2 multiple de 6.

Les conditions auxquelles doivent satisfaire S_1 et S_2 sont absolument nécessaires, mais nous ne savons pas si elles sont suffisantes.

* * *

Comme il est à craindre que 18, 24 et même 30 nombres n'offrent pas une quantité suffisante de suites bimagiques pour en trouver 6 qui soient

(*) En effet, $n(6n + 1)(12n + 1)$ étant évidemment un multiple de 6, plus n, il faut que S_2 soit un multiple de 6, moins n, pour que la somme, égale à $6C_2$, soit un multiple de 6.

conjugables, et par conséquent, pouvant constituer une étoile, nous nous arrêterons, pour continuer notre étude, au chiffre de 36 nombres, c'est-à-dire que nous ferons $n = 6$.

Des égalités ci-dessus il vient $6C_1 = 666 + S_1$, et $6C_2 = 16206 + S_2$. 666 et 16206 étant multiples de 6, il sera indispensable de choisir, pour les placer aux intersections 12 nombres dont le total, au premier comme au deuxième degré soit multiple de 6, et, par suite, de 2 et de 3. Pour cela, il faut et il suffit que la somme de ces douze nombres soit paire, et que les nombres de chacune des formes $3n + 1$ et $3n + 2$ soient en nombres multiples de 3.

Nous ne pouvons donc avoir que les trois systèmes de combinaisons suivantes :

1° Les 12 nombres d'une même forme :

$$12(3n)\ ,\ 12(3n+1)\ ,\ 12(3n+2),$$

dont le total est toujours forcément pair;

2° 6 nombres d'une forme et 6 nombres d'une autre, avec total pair :

$$6(3n) + 6(3n+1)\ ,\ 6(3n) + 6(3n+2)\ ,\ 6(3n+1) + 6(3n+2);$$

3° 6 nombres d'une forme et 3 de chacune des autres formes, avec un total pair :

$$6(3n) + 3(3n+1) + 3(3n+2)\ ,\ 6(3n+1) + 3(3n) + 3(3n+2)$$
$$6(3n+2) + 3(3n) + 3(3n+1).$$

Toute autre combinaison ne peut fournir de solution.

Les 36 premiers nombres, répartis selon les trois formes $3n$, $3n + 1$, et $3n + 2$, donnent trois progressions arithmétiques dont la raison est 3, et le premier terme de chacune 1, 2 ou 3. Voici ces progressions :

$(3n + 1)$ 1. 4. 7. 10. 13. 16. 19. 22. 25. 28. 31. 34 (au 2e degré, $3n + 1$);
$(3n + 2)$ 2. 5. 8. 11. 14. 17. 20. 23. 26. 29. 32. 35 (au 2e degré, $3n + 1$);
$(3n)$ 3. 6. 9. 12. 15. 18. 21. 24. 27. 30. 33. 36 (au 2e degré, $3n$).

A remarquer que les nombres de la progression $(3n+1)$ ont leurs complémentaires à 37 dans la progression $(3n)$ et réciproquement, tandis que les nombres de la progression $(3n + 2)$ ont leurs complémentaires dans la même progression.

Nous n'avons étudié que le premier système (les 12 nombres d'une même forme), parce que la construction des étoiles bimagiques correspondantes s'obtient plus rapidement, c'est-à-dire avec moins de tâtonnements. En effet, si les nombres répétés sont tous de même forme, les quatre nombres non répétés qui se trouvent sur chaque ligne et sont fournis par

les deux autres formes, doivent comprendre deux nombres de chacune d'elles (*).

Nous continuerons nos recherches de préférence en prenant douze nombres répétés de la forme $(3n + 2)$; les quatre nombres non répétés devant être pris à raison de deux dans chacune des autres progressions, nous pourrons espérer avoir ces quatre nombres complémentaires deux à deux. et, en conséquence, des suites autocomplémentaires, c'est-à-dire trimagiques (**).

Recherche des Suites bimagiques.

Toute suite bimagique de 8, peut être décomposée en deux quaternes, le premier comprenant quatre nombres de forme $(3n + 2)$, le second comprenant deux nombres de forme $(3n)$ et deux de forme $(3n + 1)$.

On voit que la recherche de ces suites consistera en trois tables d'addition, combinées entre elles de façon convenable :

1° Les nombres de la progression $(3n)$ pris deux à deux;

2° Les nombres de la progression $(3n + 1)$ pris aussi deux à deux;

3° Les nombres de la progression $(3n + 2)$ pris quatre à quatre.

Ce qui complique un peu le travail, c'est qu'il faut tenir compte du second degré,

Voici comment nous avons disposé ces tables d'addition :

1° *Pour les couples.* — Un tableau à trois colonnes; dans la première les deux nombres du couple, dans la seconde leur total, dans la troisième le total de leurs carrés.

Ce tableau ne comprend que 66 lignes (11e nombre triangulaire), mais il y en a deux : un pour la série $(3n)$ et un pour la série $(3n + 1)$;

(*) Prenons pour exemple le cas où les nombres répétés sont de la forme $(3n + 2)$. Le total de ces nombres, 222, ajouté au total des 36 premiers nombres, 666, donne 888, dont le sixième est 148, multiple de 3, plus 1. La somme des quatre nombres répétés sur chaque ligne, $4(3n + 2)$ est un multiple de 3, plus 2.

Par conséquent, il faut que la somme des nombres non répétés, sur chaque ligne, soit égale à un multiple de 3, plus 2, ce qui exige que ces quatre nombres se composent de deux $(3n)$ et de deux $(3n + 1)$.

Au second degré, la constante 3600 est un multiple de 3. La somme des carrés des quatre nombres répétés, sur chaque ligne, est un multiple de 3, plus 1, par conséquent, la somme des carrés des quatre nombres non répétés, sur chaque ligne, doit être égale à un multiple de 3, plus 2, ce qui exige encore que ces quatre nombres se composent de deux $(3n)$ et de deux $(3n + 1)$.

Si nous n'avions pas obtenu le même résultat pour le premier et le deuxième degré, nous aurions été assuré que le problème était impossible *a priori*.

La même démonstration, appliquée aux deux autres cas, $12(3n)$ et $12(3n + 1)$, donne le même résultat.

(**) Une suite de n nombres dont la somme est S est dite autocomplémentaire lorsqu'en remplaçant chacun de ces nombres par son complémentaire à $\frac{2S}{n}$ on obtient une suite composée des mêmes nombres disposés dans un autre ordre.

On sait, d'ailleurs, que les suites bimagiques de 8 autocomplémentaires, sont, en même temps, trimagiques, c'est-à-dire magiques aux trois premiers degrés.

2° *Pour les quaternes.* — Le tableau devra avoir cinq colonnes : les trois premières comme pour les tableaux des couples, savoir : les quatre nombres, leur total et le total de leurs carrés. Les deux autres colonnes donneront les différences entre la constante du premier degré et le nombre de la deuxième colonne, et entre la constante du second degré et le nombre de la troisième colonne. Ces différences, qui représentent les totaux des deux couples destinés à compléter la suite, ont pour but de faciliter la recherche de ces couples.

Expliquons-nous par un exemple :

Voici un extrait du tableau des quaternes.

NOMBRES	TOTAUX		DIFFÉRENCE AVEC LES CONSTANTES	
	1er degré	2e degré	148	3600
2.5. 8.11	26	214	122	3386
. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
2.5.17.33	59	1543	89	2057
. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .

Pour que deux couples puissent se conjuguer avec le premier de ces quaternes, il faudra que la somme de leurs premières puissances fasse 122 et la somme de leurs secondes puissances 3386. Or, les tables d'addition des couples ne nous en donnent aucun qui remplissent ces conditions.

Mais avec le second quaterne, qui demande pour être complété deux couples qui, réunis, donneront 89 et 2057, nous trouvons :

Dans les $(3n)$	21.24	— 45	— 1017
Dans les $(3n+1)$ . . .	16.28	— 44	— 1040
TOTAUX.		89	— 2057

Nous pourrons alors former ainsi la suite bimagique :

$$2.5.17.35 — 21.24 — 16.28.$$

Et nous pourrons établir la liste de toutes les suites bimagiques de cette catégorie.

Cette liste comprend, il est vrai, 1066 suites; elle est cependant indispensable pour permettre de conjuguer six d'entre elles de façon à former une étoile.

Suites autocomplémentaires et Suites trimagiques.

Parmi les 1066 suites de 8 de la forme $4(3n + 2)$, $2(3n)$ et $2(3n + 1)$ il n'y en a que 12 autocomplémentaires.

Nous avions pensé que, de même que pour les suites bimagiques de 8 composées avec les 64 premiers nombres, il pourrait y en avoir qui soient trimagiques sans être autocomplémentaires; l'expérience nous a montré que cette hypothèse ne se réalise pas, sans doute parce qu'avec 36 nombres on a moins de ressources qu'avec 64; à moins qu'il y ait à cette impossibilité une raison mathématique qui nous échappe.

Or, des suites autocomplémentaires ne peuvent fournir, dans une étoile, que deux lignes parallèles; il n'est donc pas possible d'espérer construire des étoiles trimagiques avec 36 nombres. Tout au plus pourra-t-on en faire qui présentent deux suites trimagiques.

Construction d'une Étoile bimagique.

Déterminons maintenant les conditions que doivent présenter deux suites pour être conjugables :

1° En ce qui concerne le quaterne des nombres non répétés, il n'y a aucune difficulté; les deux suites ne doivent avoir aucun nombre commun, et cela est facile à constater par un simple coup d'œil;

2° En ce qui concerne le quaterne des nombres répétés, il faut distinguer :

a) Deux parallèles n'ont aucun nombre commun;

b) Chacune des autres lignes a un nombre commun, et un seul, avec chacune des quatre autres lignes.

Conclusion : Pour que deux suites soient conjugables, il faut qu'elles aient, au maximum, un nombre commun; toute suite qui aurait deux ou trois nombres communs avec celle proposée n'est donc pas conjugable avec elle.

En conséquence, si nous nous imposons une première ligne, nous pourrons établir la liste de toutes celles qui lui sont conjugables, et c'est exclusivement parmi elles que se trouveront les cinq autres suites destinées à parfaire l'étoile.

Le champ des recherches est ainsi considérablement réduit. Il le sera bien plus encore si nous nous donnons deux suites parallèles.

Essayons de construire une étoile de ce genre.

Pour fixer les idées, faisons la carcasse de l'étoile, c'est-à-dire ses six lignes, et marquons par des lettres les places à occuper par les nombres répétés.

Choisissons, enfin, les deux suites qui devront être les lignes parallèles.

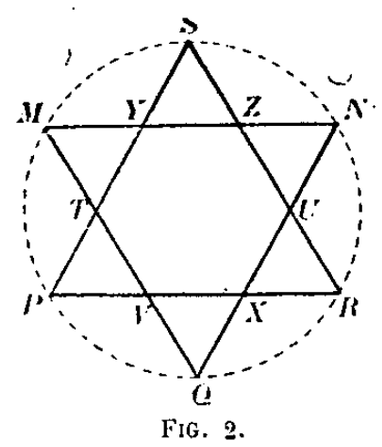


FIG. 2.

Il est certain que la recherche sera la même, quelles que soient ces deux suites, nous pouvons donc nous imposer deux suites autocomplémentaires, c'est-à-dire trimagiques.

Soient les suites : 3.21 — 16.34 — 5.17.20.32
et 9.15 — 22.28 — 2.11.26.35

dont la première sera affectée à la ligne M N et la seconde à la ligne P R.

Nota très important. — On ne devra pas perdre de vue que ce sont les seuls nombres du second quaterne de chaque suite qui peuvent remplacer les lettres de la figure. Il suffira, pour le reste, de s'assurer qu'aucun nombre du premier quaterne n'est commun dans les suites essayées.

Cherchons quelles suites pourront convenir à la ligne M O, par exemple.

Cette ligne devra avoir un nombre commun, et un seul, avec chacune des suites M N et P R. Extrayons donc de la liste générale, les suites qui remplissent cette double condition. Nous trouvons :

210	6.18 — 1.13 — 23.26.29.32	765	18.24 — 1.13 — 8.20.29.35	995	24.36 — 13.19 — 2. 8.17.29
274	6.27 — 10.31 — 2.20.23.29	767	18.24 — 1.31 — 5.14.26.29	997	24.36 — 19.31 — 5. 8.11.14
276	6.27 — 10.31 — 8.14.17.35	769	18.24 — 1.31 — 8.11.23.32	998	27.30 — 1.10 — 8.17.26.29
293	6.30 — 7.10 — 11.23.29.32	787	18.37 — 7.10 — 2.23.29.32	999	27.30 — 1.10 — 11.14.23.32
309	6.33 — 1.19 — 14.20.26.29	816	18.33 — 1.31 — 8.14.17.26	1007	27.30 — 4.25 — 2.14.17.29
330	6.36 — 4.19 — 11.20.23.29	817	18.33 — 4.10 — 5.23.26.29	1009	27.30 — 7.13 — 2.14.23.32
335	6.36 — 13.19 — 5.14.26.29	834	18.36 — 4.31 — 8.11.17.23	1012	27.30 — 7.31 — 5. 8.14.26
337	6.36 — 13.19 — 8.11.23.32	940	24.27 — 7.25 — 2. 8.23.32	1013	27.30 — 10.19 — 5. 8.14.35
540	12.24 — 10.25 — 5. 8.29.35	957	24.30 — 7.10 — 5.14.23.35	1021	27.33 — 4.19 — 8.11.14.32
551	12.27 — 4. 7 — 14.20.29.35	961	24.30 — 10.25 — 2. 5.23.29	1033	27.36 — 7.10 — 5.14.23.26
557	12.27 — 7.13 — 8.14.32.35	970	24.33 — 4. 7 — 8.17.26.29	1034	27.36 — 7.10 — 8.11.20.29
563	12.27 — 13.25 — 2. 8.29.32	971	24.33 — 4. 7 — 11.14.23.32	1043	30.33 — 4.13 — 5.14.23.26
580	12.30 — 10.13 — 5.14.29.35	974	24.33 — 4.25 — 5. 8.23.26	1044	30.33 — 4.13 — 8.11.20.29
592	12.33 — 4.13 — 11.14.29.32	985	24.36 — 1.13 — 8.17.23.26	1050	30.33 — 10.25 — 2. 8.17.23
598	12.33 — 7.10 — 8.20.23.35	986	24.36 — 1.13 — 11.14.20.29	Soit 44 suites.	

Mais ce n'est pas seulement la ligne M O, qui se trouve parmi ces 44 suites; il en est de même des lignes N O, P S et R S. Il en résulte que dès lors qu'on a

choisi les deux suites parallèles M N et P R, on n'a plus à choisir les autres que parmi un très petit nombre, relativement.

Prenons pour M O, la suite 210; elle a, avec M N, le nombre commun 32, et, avec P R, le nombre 26; il restera, pour O et T, 23 et 29.

Cherchons N O. Nous la trouvons facilement, étant données les conditions qu'elle doit remplir, et qui sont : avoir l'un des nombres 2.11.35 — l'un des nombres 5.17.20 — l'un des nombres 23 ou 29 — et enfin avoir un premier quaterne tout différent des trois autres. La première suite qui se présente est 540, mais avec elle, on ne peut pas terminer l'étoile : aucune suite ne convient. Il faut continuer; après 540, vient 551, qui donne pour M, 32, pour T, 23, pour V, 26, pour N, 20, pour U, 14, pour X, 35, et pour S, 8. Il reste pour P, 2 ou 11, pour R, 11 ou 2, pour Y, 5 ou 17, pour Z, 17 ou 5.

Mais remarquons qu'à la manière dont nos suites sont classées et ordonnées, il nous serait bien plus facile, pour ce qui nous reste à trouver, de chercher avec les nombres non répétés. Il nous est facile de les déterminer :

72 —	3.21 —	16.34 —	5.17.20.32
359 —	9.15 —	22.28 —	2.11.26.35
210 —	6.18 —	1.13 —	23.26.29.32
551 —	12.27 —	4. 7 —	14.20.29.35

Il reste à employer, comme nombres non répétés : 24.30.33.36 — 10.19.25.31

Nous chercherons donc, à partir de 940, parmi les autres suites notées.

Nous trouverons rapidement que 947 — 24.36 — 19.31 — 5.8.11.14 et 1050 — 30.33 — 10.25 — 2.8.17.23 — complètent l'étoile.

C'est ainsi que nous obtenons les suites composant l'étoile. Il ne reste plus qu'à la disposer, mais cela est si simple que nous n'insisterons pas.

Nous ferons seulement remarquer que les nombres du quaterne répété peuvent se placer indifféremment, deux à deux, à un sommet, c'est-à-dire sur l'hexagone extérieur ou sur l'hexagone intérieur, ce qui permet de présenter l'étoile sous quatre formes différentes; nous appellerons ces quatre étoiles pseudo-symétriques.

Nous ne parlerons pas des permutations entre les nombres non répétés d'une même ligne, lesquelles sont en quantité considérable (191.102.976, ou 24^6, d'après M. Barisien). Nous en signalerons seulement une, qui permet de placer ces nombres de façon que ceux qui forment l'hexagone intérieur ont pour total 222, comme les douze nombres répétés et comme les douze nombres du dodécagone intermédiaire.

Nous ne croyons pas devoir pousser plus avant ces notes, déjà trop longues, peut-être. Si nous avons mis le lecteur à même de trouver une étoile, notre but sera atteint.

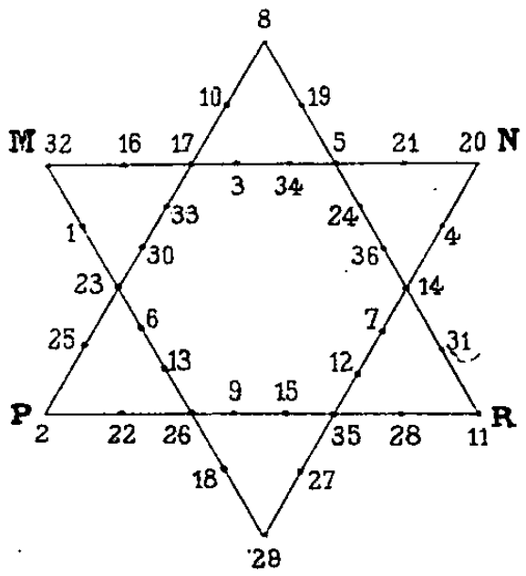
Remarque. — On obtient une nouvelle étoile bimagique, différente de la première, en remplaçant chaque nombre par son complémentaire à 37.

Les étoiles de la catégorie $4(3n + 2)$, $2(3n)$ et $2(3n + 1)$ donnent, par nombres complémentaires, des étoiles de la même catégorie, c'est-à-dire ayant pour constantes 148 et 3600.

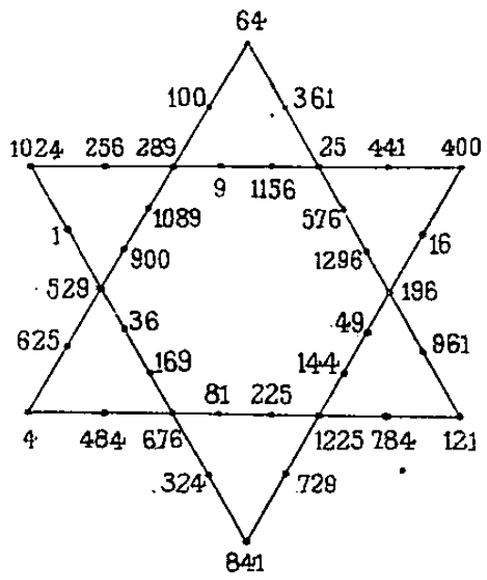
Les étoiles de la catégorie $4(3n)$, $2(3n+1)$ et $2(3n+2)$, dont les constantes sont 150 et 3676, donnent, par nombres complémentaires, des étoiles de la catégorie $4(3n+1)$, $2(3n)$ et $2(3n+2)$ avec constantes 146 et 3528.

ÉTOILE BIMAGIQUE. EN PARTIE TRIMAGIQUE.

1er degré.



2e degré.



Lignes trimagiques :

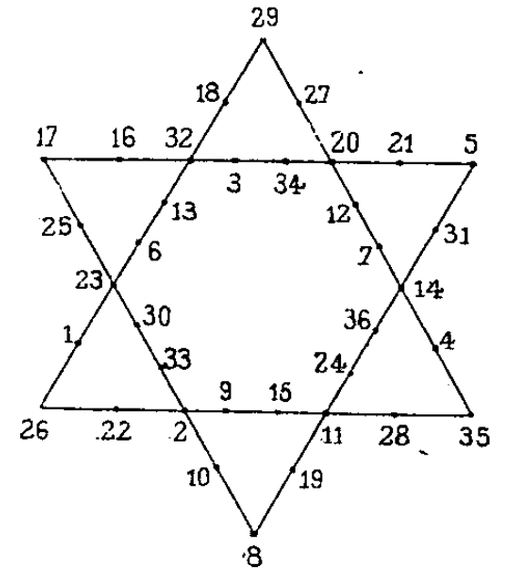
M N 32768, 4096, 4913, 27, 39304, 25, 9261, 8000 = 98 494

P R 8, 10648, 17576, 729, 3375, 42875, 21952, 1331 = 98 494

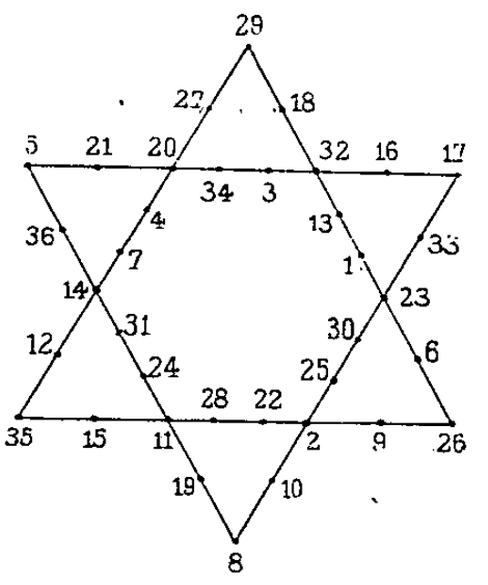
$$98\,494 = \frac{1}{6}\,(\text{total des cubes des 36 premiers nombres, } 443556$$

+ total des cubes des 12 nombres répétés, 147408) 590964.

ÉTOILE PSEUDO-SYMÉTRIQUE.



ÉTOILE COMPLÉMENTAIRE.



Il y en a deux autres.

M. Julien WELSCH

Lieutenant-Colonel d'Artillerie (Château de Montussant, par Aigueperse) (Puy-de-Dôme).

DE LA CORRESPONDANCE HOMOGRAPHIQUE ET DE SES APPLICATIONS A LA RÉSOLUTION D'UNE CATÉGORIE ASSEZ ÉTENDUE DE PROBLÈMES

— 8 août —

Les principales propriétés de l'homographie sont depuis longtemps connues, mais il ne semble pas qu'on les ait beaucoup utilisées pour la résolution des problèmes.

Ainsi, tandis qu'on se sert couramment, par exemple, de ce que deux droites qui se correspondent dans deux faisceaux du plan ayant mêmes rapports anharmoniques, se coupent sur une conique passant par les sommets des faisceaux, on a rarement pensé à déduire les uns des autres les lieux de points entre lesquels il était possible d'établir une correspondance homographique.

C'est surtout dans la recherche de positions limites, de points asymptotiques, qu'il est avantageux de faire intervenir l'homographie, lorsque les positions successives de points mobiles sont liées entre elles par des équations linéaires.

Rappelons d'abord quelques propriétés, connues pour la plupart, mais qui n'ont jamais été groupées et coordonnées.

Dans le plan, toute homographie a, *en général*, un *triangle invariant*. Exception : l'*homologie* dont l'*homothétie* est un cas particulier ; c'est une homographie dans laquelle toute droite issue d'un même point (centre d'homologie) se correspond à elle-même, et où tout point d'une même droite (axe d'homologie) se correspond à lui-même.

La *similitude directe* (dont l'*égalité* est un cas particulier), est une homographie dans laquelle deux des sommets du triangle invariant sont les points cycliques de l'infini.

La *similitude inverse* (dont la *symétrie* est un cas particulier), est une homographie dans laquelle l'un des côtés du triangle invariant est la droite de l'infini, et où les points circulaires de l'infini se transforment mutuellement l'un dans l'autre ; les deux autres côtés étant rectangulaires et se coupant au centre de similitude : l'un de ces derniers est l'axe de similitude.

On peut dire que l'homologie et la similitude inverse sont des cas *spéciaux* ou *singuliers* de l'homographie ; il n'en est pas de même de la

similitude directe, qui n'est qu'un cas *particulier* et dont les propriétés s'étendent *projectivement* à l'homographie la plus générale ayant deux points invariants imaginaires, de même que les propriétés de l'homothétie s'étendent *projectivement* à toute homologie, de même aussi que les propriétés de la similitude inverse s'étendent à toute homographie dans laquelle les droites homologues issues de l'*un* des sommets du triangle invariant sont en involution.

*
* *

Étant donnée une homographie dont le triangle invariant est rectangle et a son hypoténuse sur la droite de l'infini, il existe deux rapports tels que si on divise dans l'un de ces rapports la droite qui joint chaque point à son homologue, les points ainsi obtenus forment une figure inversement semblable à l'une des figures primitives.

La démonstration est trop simple pour que je m'y arrête.

*
* *

Dans l'espace, toute homographie a, *en général*, un *tétraèdre invariant*, dont tous les éléments (sommets, arêtes, faces) se correspondent à eux-mêmes.

Font exception à cette règle, les cas *spéciaux* suivants:

1° L'*homologie* (dont l'*homothétie* est un cas particulier), dans laquelle se correspondent à eux-mêmes tous les points d'un certain plan (plan d'homologie), toutes les droites et tous les plans issus d'un certain point (centre d'homologie);

2° Une homographie où tous les plans passant par *une* même droite se correspondent à eux-mêmes. (Ici, le tétraèdre invariant est remplacé par ce faisceau de plans et par deux autres plans tout à fait indépendants du faisceau; tous les points de l'intersection de ces deux plans sont autohomographiques).

3° Une homographie dans laquelle tous les plans passant par l'une ou l'autre de *deux* mêmes droites se correspondent à eux-mêmes. (Le tétraèdre invariant est remplacé par ces deux faisceaux de plans, et tous les points appartenant aux arêtes de ces faisceaux se correspondent à eux-mêmes ainsi que toutes les droites qui s'appuient sur les deux arêtes.)

Ce dernier cas est celui qu'on rencontre dans une question posée par M. Fouret dès la première année de la publication de l'*Intermédiaire des Mathématiciens*.

Cette question avait pour objet l'étude d'une suite de pentagones gauches déduits les uns des autres par les intersections de plans passant, pour

chaque pentagone, par chacun des sommets et par le côté opposé, et d'une autre suite de pentagones obtenus par la construction corrélative.

Nous avons montré alors que les sommets homologues des pentagones successifs se meuvent sur cinq droites s'appuyant sur deux mêmes droites. auxquelles tendent à se réduire, à la limite, les polygones appartenant à l'une ou à l'autre des deux filiations.

La *similitude directe* (dont *l'égalité* est un cas particulier) donne lieu aux remarques suivantes :

Deux figures *égales* pouvant toujours être amenées à coïncider, par une rotation et une translation parallèle à l'axe de rotation (mouvement hélicoïdal), cet axe de rotation et de translation se correspond à lui-même dans les deux figures; les sommets du tétraèdre invariant, situés sur cet axe, sont rejetés à l'infini (sauf le cas où les deux figures arrivent à coïncider par une simple rotation ; alors, tous les points de l'axe sont autohomographiques, ainsi que tous les plans qui lui sont perpendiculaires) ; ses deux autres sommets sont les points cycliques de l'infini contenus dans le plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

Deux figures *directement semblables* ont de même *une* direction *réelle*, et *une seule*, qui se correspond à elle-même, celle de l'axe de rotation qui permet d'amener les figures semblables à être homothétiques. Cet axe de rotation peut être mené par un point quelconque; dans le cas où il passe par le centre de similitude, celui-ci devient centre d'homothétie.

Les sommets du tétraèdre invariant sont : le centre de similitude, le point à l'infini sur l'axe et les points circulaires de l'infini dans le plan perpendiculaire.

De plus, le cercle de l'infini est autohomographique.

La *similitude inverse* (dont la *symétrie* est un cas particulier) est une homographie dans laquelle le tétraèdre invariant a encore pour sommets deux points cycliques de l'infini, le point à l'infini dans la direction perpendiculaire et le centre de similitude.

Ici encore, le cercle de l'infini est autohomographique.

Le plan de la face du tétraèdre qui a pour sommets deux points cycliques et le centre de similitude, et que l'on peut appeler le *plan principal de similitude*, découpe dans les deux figures des sections *directement* semblables; l'arête perpendiculaire est l'axe de rotation qui permet d'amener les figures dans une position telle que chacune est la symétrique d'une figure homothétique à l'autre, le centre de similitude devenant centre d'homothétie relativement à cette figure.

Le plan principal de similitude coupe dans un rapport constant — rapport de similitude — les droites qui joignent deux points correspondants quelconques des deux figures; cela donne un moyen commode de le déterminer par trois couples de points correspondants, et d'en déduire la

position du centre de similitude, qui est en même temps le centre de similitude directe des sections par le plan principal.

Si les figures, au lieu d'être simplement semblables, sont symétriques (cas limite), quelle que soit leur situation relative dans l'espace, il existe toujours un plan — plan principal — qui les coupe suivant des figures directement égales, c'est-à-dire superposables; ce plan passe par les milieux des droites joignant les points correspondants.

Les plans perpendiculaires à ces droites en leur milieu passent tous par un même point, contenu dans le plan principal, et qui joue le même rôle par rapport aux figures symétriques que joue le centre de similitude inverse par rapport à des figures inversement semblables (centre de similitude inverse et point autohomographique à distance finie).

***

De même que dans le plan, il y a dans l'espace des cas *spéciaux* ou *singuliers;* ces cas sont : l'homologie et les homographies ayant un ou deux faisceaux de plans invariants. Au contraire, la similitude directe et la similitude inverse ne sont que des cas *particuliers*, dont les propriétés s'étendent par transformation homographique à toute homographie dans laquelle une certaine conique (transformée du cercle de l'infini) se correspond à elle-même.

POINTS-LIMITES, DROITES-LIMITES, PLANS-LIMITES

Lorsque des figures *du plan* ou *de l'espace* se déduisent successivement les unes des autres suivant une même loi homographique, chaque point tend, *en général*, vers un *point-limite,* qui est l'un des sommets du triangle ou du tétraèdre invariant, *si ces sommets sont réels.*

Dans les cas *spéciaux*, où il existe une infinité de points, de droites ou de plans se correspondant à eux-mêmes, il y a une infinité de points-limites, formant des *droites-limites* (homologie plane, homographies ayant un ou deux faisceaux de plans invariants), ou un *plan-limite* (homographie dans l'espace).

Le pentagone gauche nous a donné un exemple de droites-limites.

Nous avons signalé dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens* (1895, t. II), que si un polygone plan est à la fois inscrit dans une conique et circonscrit à une autre conique, les polygones qui s'en déduisent successivement de telle façon que chacun d'eux ait pour côtés les diagonales joignant de p en p les sommets du précédent, tendent à se réduire à un point unique, dont on devine l'existence dans le cas de polygones convexes, et qui est alors une sorte de *nombril* commun aux polygones successifs.

Ce point-limite est l'un des pôles doubles communs aux coniques ins-

crites et circonscrites au polygone primitif, et aussi aux coniques inscrites et aux coniques circonscrites à tous les polygones dérivés.

Autre exemple. — Plusieurs points, plusieurs droites et plusieurs plans étant donnés dans l'espace, d'un point M_0 on abaisse une perpendiculaire sur chacune des droites et sur chacun des plans, et l'on prend le centre M_1 des moyennes distances des pieds de toutes ces perpendiculaires et de tous les points donnés. Du point M_1, par la même construction, on déduit un point M_2, et ainsi de suite.

Il est visible que tous les points M_0, $M_1 \ldots\ldots$, $M_p \ldots\ldots$, se déduisent les uns des autres suivant une même loi homographique, et ont pour limite le point dont la somme des carrés des distances aux points, aux droites et aux plans donnés est minimum.

Ils appartiennent donc à une même courbe autohomographique, dans une homographie où le point-limite et le plan de l'infini sont eux-mêmes autohomographiques.

* * *

Si les sommets du triangle ou du tétraèdre invariant ne sont pas tous réels, comme il est impossible que des points réels aient pour positions limites des points imaginaires, l'un des points limites, ou même les deux points limites, peuvent cesser d'exister.

Alors, les points transformés successifs se répartissent sur une courbe entourant, soit le sommet réel du triangle invariant, soit les arêtes réelles du tétraèdre invariant.

LIGNES ET SURFACES AUTO-HOMOGRAPHIQUES

Les équations d'une homographie plane quelconque rapportée au *triangle invariant* (dans le cas où celui-ci est réel) sont :

$$\frac{x'}{\lambda x} = \frac{y'}{\mu y} = \frac{z'}{\nu z}.$$

Si des figures successives se déduisent les unes des autres suivant cette même loi, on aura, après n transformations :

$$\frac{x_n}{\lambda^n x} = \frac{y_n}{\mu^n y} = \frac{z_n}{\nu^n z}.$$

Prenons les logarithmes et éliminons n ; il vient :

$$\left(\frac{\frac{x_n}{x}}{\frac{y_n}{y}}\right)^{\mathrm{L}\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)} = \left(\frac{\frac{x_n}{x}}{\frac{z_n}{z}}\right)^{\mathrm{L}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)},$$

ou

$$\left(\frac{x_n}{x}\right)^{\mathrm{B}-\mathrm{C}} \left(\frac{y_n}{y}\right)^{\mathrm{C}-\mathrm{A}} \left(\frac{z_n}{z}\right)^{\mathrm{A}-\mathrm{B}} = 1,$$

A, B, C étant les logarithmes népériens de λ, μ, ν.

Les transformés successifs d'un même point appartiennent donc tous à une même courbe dont l'équation est de la forme :

$$X^{\alpha}Y^{\beta}Z^{\gamma} = \text{const.}\ (\alpha + \beta + \gamma = 0), \tag{1}$$

et qui contient le point de départ : cette courbe est par suite une *courbe autohomographique.*

Elle renferme également tous les points qui se déduiraient du premier par la transformation inverse ; elle passe par deux des sommets du triangle invariant, qui sont les points limites de l'homographie. Elles touchent en chacun de ces points l'un des côtés du triangle.

Dans l'espace, les équations d'une homographie rapportée au *tétraèdre invariant* (s'il est réel) étant :

$$\frac{x'}{\lambda x} = \frac{y'}{\mu y} = \frac{z'}{\nu z} = \frac{u'}{\rho u},$$

celles des courbes autohomographiques sont de la forme :

$$\begin{cases} X^{\alpha}Y^{\beta}Z^{\gamma} = P & (\alpha + \beta + \gamma = 0) \\ X^{\alpha'}Y^{\beta'}U^{\gamma} = Q & (\alpha' + \beta' + \gamma = 0), \end{cases} \tag{2}$$

$$\left[\alpha = L\left(\frac{\mu}{\nu}\right), \qquad \beta = L\left(\frac{\nu}{\lambda}\right), \qquad \gamma = L\left(\frac{\lambda}{\mu}\right),\right.$$

$$\left.\alpha' = L\left(\frac{\mu}{\rho}\right) \qquad \beta' = L\left(\frac{\rho}{\lambda}\right)\right].$$

et Q sont des constantes indéterminées.

Si l'on établit entre P et Q une relation quelconque :

$$F(P, Q) = 0,$$

on a pour l'*équation générale* des *surfaces autohomographiques* :

$$F\left(X^{\alpha}Y^{\beta}Z^{\gamma},\ X^{\alpha'}Y^{\beta'}Z^{\gamma}\right) = 0. \tag{3}$$

Ces surfaces sont, en effet, les lieux de courbes autohomographiques, de la même façon que les cylindres sont les lieux de droites parallèles.

En particulier, l'équation

$$X\,Y^{\beta}Z^{\gamma}U^{\delta} = \text{const.} \qquad (\alpha + \beta + \gamma + \delta = 0),$$

représente des surfaces dites *anharmoniques* qui sont aux surfaces autohomographiques générales ce que les plans sont aux cylindres.

Inversement, il est clair que toute équation (ou tout système d'équations) rentrant dans les formes (1), (2) et (3) représente une courbe ou une surface autohomographique dans une homographie dont les éléments invariants sont ceux du triangle ou du tétraèdre de référence.

Cas où les sommets du triangle ou du tétraèdre invariant ne sont pas tous réels.

Soit d'abord une homographie *plane* dont le triangle invariant a deux sommets imaginaires, le troisième ne pouvant, d'ailleurs, être que réel.

Prenons pour triangle de référence un triangle ayant pour sommets le sommet réel du triangle invariant et deux points formant sur le côté opposé une division harmonique avec les deux sommets imaginaires.

Les équations de l'homographie seront :

$$\frac{x'}{ax+by}=\frac{y'}{-cx+ay}=\frac{z'}{z}.$$

Posons :

$$x=\sqrt{b}\rho\cos\varphi.\,z,$$
$$y=\sqrt{c}\rho\sin\varphi.\,z,$$
$$x'=\sqrt{b}\rho'\cos\varphi'.\,z',$$
$$y'=\sqrt{c}\rho'\sin\varphi'.\,z',$$
$$\frac{a}{\sqrt{a^2+bc}}=\cos\alpha,$$
$$\frac{\sqrt{bc}}{\sqrt{a^2+bc}}=\sin\alpha,$$

d'où

$$\rho'\cos\varphi'=\rho\,(a\cos\varphi+\sqrt{bc}\sin\varphi)=\rho\sqrt{a^2+bc}\cos(\varphi-\alpha)$$
$$\rho'\sin\varphi'=\rho\,(-\sqrt{bc}\cos\varphi+a\sin\varphi)=\rho\sqrt{a^2+bc}\sin(\varphi-\alpha)$$
$$\rho'=\rho\sqrt{a^2+bc},$$
$$\varphi'=\varphi-\alpha,$$
$$\rho_n=\rho\,(a^2+bc)^{\frac{n}{2}}$$
$$\varphi_n=\varphi-n\alpha.$$

L'élimination de n entre les deux dernières équations donne :

$$\rho_n=\rho\,(a^2+bc)^{\frac{\varphi-\varphi_n}{2\alpha}},$$

d'où se déduit pour les courbes autohomographiques l'équation générale suivante :

$$\frac{\operatorname{arc\,tg}\dfrac{y\sqrt{b}}{x\sqrt{c}}-\operatorname{arc\,tg}\dfrac{Y\sqrt{b}}{X\sqrt{c}}}{\operatorname{arc\,tg}\dfrac{a}{\sqrt{bc}}}=\frac{L\left(\dfrac{\dfrac{X^2}{b}+\dfrac{Y^2}{c}}{\dfrac{x^2}{b}+\dfrac{y^2}{c}}\right)}{L\,(a^2+bc)},$$

qui représente une conique si $a^2+bc=0$ et la perspective d'une spirale logarithmique dans tous les autres cas.

Les homographies *de l'espace* dont le tétraèdre invariant a deux ou quatre sommets imaginaires se traiteraient d'une façon analogue ; on prendrait pour tétraèdre de référence, un tétraèdre ayant pour arêtes opposées les deux arêtes réelles du tétraèdre invariant et pour sommets, sur chacune de ces arêtes, deux points conjugués harmoniques des sommets de celui-ci et

on trouverait les équations générales des courbes et des surfaces autohomographiques par l'artifice que nous avons employé pour les homographies planes.

Ces équations, très compliquées, représentent, soit une courbe située sur une quadrique et faisant autour de deux droites non dans le même plan des circonvolutions en nombre fini ou infini, soit une sorte de spirale gauche entourant une droite ou deux droites et dont le type le plus simple est une hélice tracée sur un cylindre à base de spirale logarithmique.

***

DROITE JOIGNANT DEUX POINTS QUI SE CORRESPONDENT DANS UNE HOMOGRAPHIE

1° Dans toute homographie *plane*, une droite *quelconque*, autre que les côtés du *triangle invariant*, qui se correspondent à eux-mêmes, contient *un* système, et *un seul*, de points homologues.

Lorsqu'une droite pivote autour d'un point fixe, sa correspondante tourne autour du point correspondant à ce point fixe, et le point d'intersection des deux droites, qui, considéré comme faisant partie de l'une quelconque d'entre elles, a son homologue sur l'autre, décrit une conique (C) passant par les pivots et conconscrite au triangle invariant.

(Cette conique ayant pour correspondante une conique passant par le second pivot et également circonscrite au triangle invariant, il en résulte que celui-ci a toujours au moins un sommet réel.)

Si le point fixe est sur l'un des côtés du triangle invariant, la conique (C) se décompose en deux droites : ce côté du triangle et une droite passant par le sommet opposé.

Lorsqu'un point décrit une courbe d'ordre n, la droite qui le joint à son correspondant, devant passer par l'un des points d'intersection de cette courbe avec la conique (C), enveloppe une courbe de classe $2n$ qui a trois tangentes d'ordre n (côtés du triangle invariant) et par suite est elle-même d'ordre $n(n+1)$:

$$[2n(2n-1)-3n(n-1)].$$

Dans le cas particulier où le triangle invariant a pour côtés deux droites rectangulaires et la droite de l'infini, si un point décrit une conique ayant ses axes dirigés suivant les deux côtés rectangulaires, il existe un rapport des axes tel que la droite qui joint le point mobile sur la conique à son correspondant est constamment normale à cette conique.

En effet, les équations de l'homographie étant :

$$x' = \lambda x$$
$$y' = \mu y,$$

celle des normales à la conique

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

la suivante : $$\frac{x' - x}{b^2 x} = \frac{y' - y}{a^2 y},$$

on peut poser : $$\frac{b^2}{a^2} = \frac{\lambda - 1}{\mu - 1}.$$

***

2° *Dans l'espace,* deux droites homologues ne se rencontrent pas, en général, et une droite quelconque ne contient pas deux points homologues.

Tout plan qui n'est pas invariant contient *un* système de points homologues, et *un seul.*

Lorsqu'un plan tourne autour d'une droite, le plan correspondant tourne autour de la droite correspondante, et l'intersection des deux plans décrit une quadrique ayant pour génératrices les charnières et circonscrite au tétraèdre invariant; si la première charnière — et par suite la seconde — joint deux points homologues, cette quadrique et sa transformée (directe ou inverse) deviennent des cônes du second degré ayant une génératrice commune et se coupant suivant une cubique gauche.

Dans le cas particulier où le tétraèdre invariant a ses faces dans trois plans rectangulaires et dans le plan de l'infini, si les équations de l'homographie sont :

$$x' = \lambda x$$
$$y' = \mu y$$
$$z' = \nu z,$$

et qu'un point se meuve sur une des quadriques homothétiques et concentriques :

$$(\lambda - 1)x^2 + (\mu - 1)y^2 + (\nu - 1)z^2 = \text{Const.},$$

la droite qui joint le point mobile à son correspondant est constamment normale à cette quadrique.

***

En dehors des cas où l'on voit immédiatement qu'on peut établir entre des figures qui se déduisent les unes des autres une correspondance homographique, l'homographie permet de résoudre rapidement certains problèmes qui sans son secours donneraient souvent lieu à de longs et pénibles calculs.

Exemple. — On s'est occupé de divers côtés, depuis vingt-cinq ans au moins, d'étudier les propriétés de deux courbes telles que les distances d'un point quelconque M de la première et du point correspondant M′ de la seconde aux sommets d'un triangle A B C se déduisent les unes des autres par permutation tournante :

$$MA = M'B, \qquad MB = M'C, \qquad MC = M'A.$$

De ces relations, résultent les suivantes :

$$\overline{MA}^2 - \overline{MB}^2 = \overline{M'B}^2 - \overline{M'C}^2$$
$$\overline{MB}^2 - \overline{MC}^2 = \overline{M'C}^2 - \overline{M'A}^2$$
$$\overline{MC}^2 - \overline{MA}^2 = \overline{M'A}^2 - \overline{M'B}^2$$

ou

$$AB \cdot 2\gamma = BC \cdot 2\alpha'$$
$$BC \cdot 2\alpha = CA \cdot 2\beta'$$
$$CA \cdot 2\beta = AB \cdot 2\gamma',$$

α, β, γ; α', β', γ' étant les distances de M et M′ aux médiatrices.

Il y a donc, entre les points M et M′, une relation homographique dans laquelle le centre du cercle circonscrit O se correspond à lui-même ainsi que la droite de l'infini et où trois transformations successives reproduisent la figure primitive.

Comme, d'autre part, à cause de :

$$\overline{MA}^2 + \overline{MB}^2 + \overline{MC}^2 = \overline{M'A}^2 + \overline{M'B}^2 + \overline{M'C}^2,$$

les points M et M′ sont à la même distance du barycentre G de A B C, tout cercle (C) ayant son centre en G coupe chacune de ses deux premières transformées (S et S′) en quatre points appartenant respectivement aux courbes cherchées.

Celles-ci sont donc les coniques des faisceaux (C, S), (C, S′) qui passent par le centre O.

La première se transforme dans la seconde suivant la même loi homographique.

Ces considérations donnent les moyens d'étudier sans calcul des courbes dont les équations en coordonnées trilatères sont très compliquées, les coordonnées ordinaires ne permettant pas d'ailleurs, en raison de leur dissymétrie, de voir d'une façon bien nette leurs propriétés.

***

La question qui précède se rattache à la théorie générale des quadriques homofocales étudiée d'abord par Jacobi, traitée plus récemment par MM. Darboux, A. Pellet et d'autres mathématiciens.

La correspondance homographique permet de refaire cette théorie sans aucun calcul : ce sera l'objet d'un mémoire que nous publierons prochainement.

NAVIGATION, GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

M. ARMAND

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées (à Lyon.)

AMÉLIORATION DE LA NAVIGABILITÉ DU RHONE

— 3 août —

Régime du Rhône. — La situation géographique de la vallée du Rhône lui a donné de tout temps une grande importance pour les migrations des peuples et pour les transports.

En communication directe avec la Méditerranée, où la navigation maritime a le plus ancien développement, prolongé à l'amont par la Saône, le Rhône n'est séparé des bassins de la Seine, de la Loire et du Rhin que par des reliefs facilement franchissables.

	PLUS BASSES EAUX observées	BASSES EAUX ordinaires (étiage conventionnel)	EAUX MOYENNES (*)	PLUS GRANDES CRUES connues
	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.
En amont du confluent de la Saône	130	140	400	5.400
Entre la Saône et l'Isère	150	240	630	7.000
Entre l'Isère et l'Ardèche . . .	250	365	1.000	9.700
Entre l'Ardèche et la Durance .	300	380	1.100	11.900
En aval du confluent de la Durance	370	450	1.250	13.900

(*) Les eaux moyennes sont déterminées par un plan d'eau tel que les eaux se maintiennent le même nombre de jours au-dessus et au-dessous de ce niveau.

Ses conditions spéciales d'alimentation lui donnent d'ailleurs une supériorité sur tous les fleuves tributaires de la Méditerranée ; le Haut-Rhône, l'Arve et l'Isère ont un régime glaciaire, avec basses eaux pendant les

grands froids, et hautes eaux quand les chaleurs de l'été activent la fonte des glaciers ; au contraire, tous les affluents de rive droite, dont les principaux sont l'Ain, la Saône et l'Ardèche, sont alimentés exclusivement par des eaux de pluie et de source ; leur minimum correspond au moment des grandes chaleurs, et les hautes eaux se produisent généralement en hiver. Ces deux effets se combinent pour donner à la région du Rhône, entre Lyon et la Mer, un régime mixte relativement régulier. D'une manière générale, les basses eaux ont lieu dans la saison froide, du milieu du mois de septembre jusqu'en mars ou avril.

Malgré cette régularité relative, le débit du fleuve subit des écarts considérables, dont on peut se rendre compte par le tableau ci-dessus.

On voit, en résumé, que le débit des crues est environ dix fois celui des eaux moyennes, et trente fois celui des basses eaux ordinaires.

Difficultés anciennes de la navigation. — Avec des variations aussi importantes, le Rhône, tel qu'il a été presque jusqu'au milieu du XIX^e^ siècle, avait en crues un lit immense, coupé en bras nombreux séparés par des îles plus ou moins importantes ; quand les eaux baissaient, des bancs de sable ou de gravier apparaissaient partout, ne laissant entre eux qu'un chenal très maigre et très variable.

Malgré ces conditions de navigabilité rudimentaire et des chômages annuels qui étaient, en moyenne, de deux mois et demi, et duraient quelquefois près de six mois, la situation géographique exceptionnellement heureuse du Rhône le faisait largement utiliser pour les transports de voyageurs ou de marchandises. Les prix de transport étaient élevés, la durée du trajet était considérable, mais le fleuve n'était alors concurrencé que par des routes, dont la viabilité était généralement très médiocre.

Les transports s'y faisaient à l'aide de bateaux à fond plat, à formes plus accentuées et plus fines que celles des bateaux actuels de canal, appelés Savoyardes ; ces bateaux portaient au maximum 200 tonnes avec un tirant d'eau de 1 mètre à 1^m^,10. La descente se faisait au fil de l'eau, et la *remonte, à vide ou à très faible charge*, au moyen du halage, qui, en 1830, occupait jusqu'à 120 équipages, comprenant chacun de 40 à 50 chevaux.

La navigation à vapeur absorba bientôt tout le trafic voyageurs (la remonte d'Avignon à Lyon se faisait dans la journée en seize heures) et se substitua assez rapidement au halage par chevaux, mais sans diminuer l'importance de la navigation des Savoyardes. Pendant longtemps, les convois de ces bateaux ont été remontés par des remorqueurs d'un type spécial, dits *à grappin*, munis, dans leur axe, d'une grande roue armée de fortes dents, au moyen de laquelle les rapides étaient franchis, les dents s'enfonçant dans le gravier, comme dans la denture d'une crémaillère.

Les chiffres ci-après, afférents au tonnage moyen de la section de Lyon à Arles, permettent de se faire une idée de l'importance de la batellerie du Rhône :

ANNÉES	DESCENTE				REMONTE			DESCENTE et REMONTE réunies
	BATEAUX ordinaires	BATEAUX à vapeur-porteurs	FLOTTAGE par trains	TOTAUX	BATEAUX ordinaires halés ou remorqués	BATEAUX à vapeur-porteurs	TOTAUX	
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
1855 . .	247.525	69.569	74.916	392.010	69.125	172.957	242.082	634.092
1861 . .	98.446	28.579	91.417	218.442	29.889	64.426	94.315	312.757
1865 . .	107.655	46.930	73.842	228.427	17.863	64.236	82.099	310.526
1870 . .	56.965	25.341	60.882	143.188	5.791	54.381	60.172	203.360
1875 . .	57.566	36.606	85.598	179.770	8.874	53.217	62.091	241.861
1880 . .	24.082	30.158	52.165	106.405	10.599	55.873	66.472	172.877
1885 . .	26.521	41.227	53.007	120.755	10.425	90.872	101.297	222.052
1890 . .	42.151	56.623	47.958	146.732	13.462	96.311	109.773	256.505
1895 . .	33.324	60.925	14.777	109.026	10.388	99.576	109.964	218.990
1900 . .	95.082	18.673	7.505	121.260	126.863	23.882	150.745	272.005
1903 . .	114.820	17.807	3.921	136.548	158.046	16.339	174.385	310.933

C'est en 1855 que la navigation du Rhône atteignit son apogée; et si le tonnage total de 634.000 tonnes obtenu dans cette année parait aujourd'hui bien insignifiant, à côté du mouvement de 5.500.000 tonnes que représentent en 1907 les deux voies ferrées riveraines du Rhône, il faut se rappeler que le mouvement du port de Marseille n'atteignait pas alors un million de tonnes, soit le septième environ de son importance actuelle.

Le trafic diminua rapidement après l'ouverture de la voie ferrée de Lyon à Marseille, qui créait un nouveau moyen de transport plus avantageux comme régularité, comme rapidité, et *peut-être comme prix*.

Utilisation ancienne pour l'industrie et l'agriculture. — En dehors de son utilisation comme voie de transport, le Rhône ne rendait que des services à peu près nuls.

Quelques rares moulins flottants, disséminés sur tout son cours, utilisaient comme force motrice la rapidité de son courant.

Un seul canal dérivé (Pierrelatte), construit au XVII^e^ siècle, arrosait environ 1.000 hectares dans le département actuel de la Drôme. Cette situation parait singulière; car, depuis longtemps, le midi de la France a connu les avantages de l'irrigation, et les eaux de la Durance ont commencé, au XII^e^ siècle, à être utilisées, dans une proportion qui s'est depuis longtemps

largement accrue; à tel point que, à la fin de l'été, ces eaux sont souvent très insuffisantes pour les besoins à desservir. Cette *absence à peu près totale d'irrigations* parait due au peu de pente du fleuve, *50 centimètres* par kilomètre en moyenne, qui n'aurait permis de porter les eaux au niveau des terrains à arroser, qu'en plaçant la prise très en amont sur le fleuve, et en creusant de longues et coûteuses dérivations.

Anciens travaux d'amélioration. — Au commencement du XIXe siècle, on construisit les deux canaux d'Arles à Bouc et de Beaucaire à Cette, dont l'objet était de mettre le fleuve en relations directes avec les ports maritimes les plus voisins de son embouchure. On s'en contenta jusqu'à ce qu'*un mouvement d'opinion suivant la crise de la batellerie provoqué* par l'ouverture des voies ferrées appelât l'attention des pouvoirs publics sur la situation critique du fleuve.

Des programmes de travaux furent présentés en 1858 par M. l'Ingénieur en chef Kleitz, et en 1865 par M. l'Ingénieur en chef Tavernier, basés l'un et l'autre sur le seul système alors usité pour l'amélioration des rivières à courant libre, celui du *resserrement par digues longitudinales submersibles*; ils concluaient à la possibilité d'assurer un tirant d'eau minimum de 1m,60 à la partie du Rhône comprise en aval de Lyon.

Les travaux ne donnèrent que des résultats peu appréciables, par suite de l'insuffisance absolue et de l'éparpillement des crédits annuels.

En 1873, la situation des voies navigables dans le bassin du Rhône fit l'objet d'un important rapport présenté à l'Assemblée Nationale par M. Krantz; il considérait comme peu probable le succès des travaux d'amélioration entrepris par voie de retrécissement sur un fleuve à grande pente et à fond mobile comme le Rhône; il ajoutait qu'il ne suffisait pas d'une réussite partielle, mais qu'il fallait réussir partout et toujours, et que, s'il restait un seul point où l'on n'obtiendrait pas le mouillage fixé, le résultat, au point de vue de la navigation, serait le même que si on ne l'avait obtenu nulle part. *M. Krantz concluait à l'établissement d'un canal de navigation sur la rive droite du Rhône, entre Lyon et Beaucaire.*

Programme de la loi du 13 mai 1878. — Mais le nouvel Ingénieur en chef du Rhône, M. Jacquet, qui avait étudié ce fleuve pendant dix-sept années de sa carrière d'Ingénieur ordinaire, avait foi dans les idées de ses anciens chefs : avec une science et une énergie remarquables, il fit prévaloir le principe de l'amélioration sur place, et la *loi du 13 mai 1878* déclara d'utilité publique les travaux nécessaires pour améliorer la navigation du Rhône par régularisation de son cours entre Lyon et la mer, travaux comportant une prévision de dépenses de 45 millions de francs.

Les travaux furent immédiatement entrepris, et poursuivis jusqu'en 1884 presque exclusivement dans le système ancien des *resserrements* par digues parallèles; et ils furent menés avec une grande rapidité, car la dépense faite dans cette première période s'éleva à environ 35 millions de francs. Mais on reconnut que la pratique du resserrement n'était pas la solution définitive du problème, et que son application générale devait conduire à de graves mécomptes.

Difficultés de l'amélioration par voie de resserrement. — Pour s'en rendre compte, il faut rechercher comment se comporte le lit mineur d'un fleuve,

c'est-à-dire le lit dans la portion de son étendue où il est toujours couvert par les eaux. Les sondages démontrent que la profondeur est continuellement variable d'un point à l'autre, et que le fond est constitué par une série de fosses profondes, séparées par des barres de gravier plus ou moins saillantes. Ces barres découpent la pente du fleuve, de telle sorte que la surface des eaux n'est pas un plan incliné, mais un véritable escalier ; et le fleuve se présente comme formé d'une suite de lacs aux eaux relativement tranquilles, séparés par de rapides.

Dans l'étendue de ces lacs, ou de ces *mouilles* pour employer le terme technique, la navigation rencontre des conditions faciles, le chenal est profond et le courant modéré : c'est sur les rapides, à la traversée des seuils de graviers que sont concentrées toutes les difficultés.

Le système du resserrement consiste en principe à concentrer les eaux sur ces seuils, dans un lit artificiel d'une largeur déterminée en raison de leur volume, de manière à obtenir une profondeur suffisante pour le passage des bateaux. Le résultat cherché serait obtenu, au prix d'un accroissement considérable de la vitesse des eaux sur le rapide, si le seuil était une barre de rocher, résistante et inaffouillable ; mais il en est rarement ainsi et les choses se passent tout différemment sur un seuil de gravier.

Dans ce cas, l'accroissement de hauteur de la tranche liquide augmente sa force d'entraînement, le fond se drague et le seuil disparaît ; la profondeur cherchée est obtenue, et même souvent dépassée ; mais en même temps disparaît le barrage qui retenait les eaux dans la mouille d'amont, le plan d'eau de cette mouille s'abaisse, et l'on aggrave ainsi la chute et les difficultés du mauvais passage immédiatement supérieur.

Origine des épis noyés. — M. Jacquet chercha à remédier à ces inconvénients par un procédé emprunté aux ingénieurs allemands, et consistant à établir, dans la mouille, en amont du seuil à améliorer, une série d'épis noyés traversant le lit, en vue de créer une suite de petites chutes, et d'empêcher ainsi l'abaissement du plan d'eau de se faire sentir jusqu'au seuil amont.

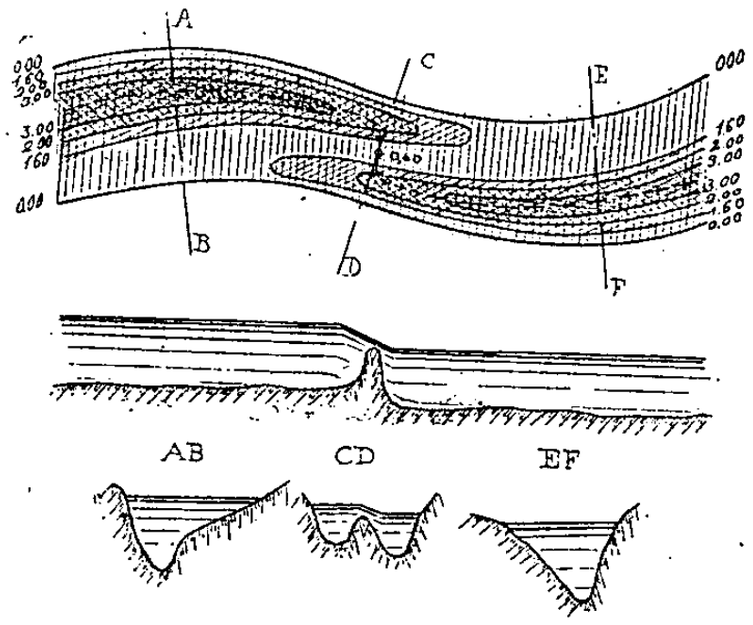
Ces épis noyés ou seuils de fond (*Gründ Schwelle*), donnèrent dans quelques cas des résultats très appréciables ; mais l'effet ne pouvait être important que si le couronnement de ces seuils de fond était assez voisin du plan d'eau d'étiage ; comme on ne pouvait les constituer que par des enrochements à pierres perdues, on courait le risque, dans certains cas, de créer de véritables écueils, dangereux pour la batellerie, surtout si l'on pouvait craindre une baisse du plan d'eau d'étiage.

Nouvelle méthode d'amélioration. — C'est à M. l'Ingénieur en Chef Girardon que revient l'honneur d'avoir, par des considérations toutes nouvelles, trouvé un emploi tout différent des épis noyés et d'avoir codifié et appliqué le système suivi depuis vingt-cinq ans dans les travaux du Rhône. *Loin de chercher à modifier les conditions naturelles de l'écoulement des eaux dans un lit de gravier*, comme on le fait nécessairement par la méthode du resserrement, *il a respecté* ces conditions, et au *lieu d'entrer en lutte avec la nature, il a cherché à s'en faire un auxiliaire*, en imitant les procédés et les formes par lesquelles elle réalise elle-même, dans certains cas, le résultat qu'on a en vue.

Cette méthode a fait l'objet d'un mémoire très complet présenté par M. Girardon *au Congrès de la Haye en 1894;* en renvoyant à ce mémoire les personnes que la question intéresserait particulièrement, il paraît utile d'en résumer ici le principe.

Dans une rivière à fond mobile, les mouilles, où les eaux sont *profondes* et le courant modéré, se localisent dans les courbes du lit mineur contre la rive concave ; elles sont séparées par des seuils, ou déversoirs plus ou moins noyés, situés dans le voisinage du point où la courbure des rives change de sens. Ces caractères généraux se modifient par de nombreux détails, mais on peut ramener tous les passages d'une mouille à la suivante *à deux types principaux.*

Dans le premier type, les deux mouilles chevauchent l'une sur l'autre; les faibles pentes se prolongent sur toute l'étendue de ces mouilles ; le chenal passe brusquement d'une rive à l'autre. Le seuil qui sépare les deux mouilles forme une *écharpe très oblique;* il constitue un long déversoir peu noyé, sur lequel la lame déversante est mince, et où se concentre la chute entre les deux mouilles. La navigation y rencontre toutes les difficultés possibles : manque de profondeur, changement brusque de direction et courant violent.



Plan. — Profil en long du chenal suivant la ligne pointillée. — Profils en travers.

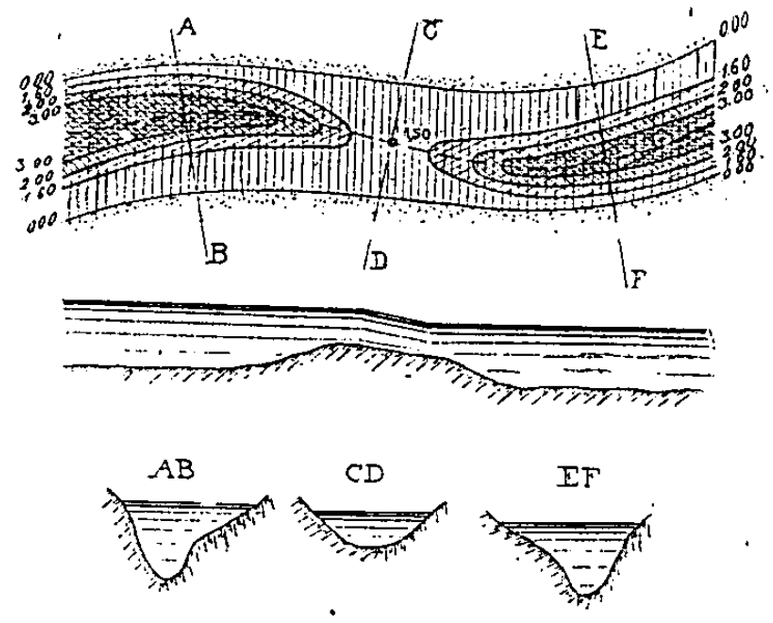
FIG. 1. — Passage type n° 1.

Dans le type n° 2 au contraire, les deux mouilles successives ont leurs extrémités à peu près dans le prolongement l'une de l'autre; le chenal présente une ligne régulière, sans changement brusque de direction ; le seuil a une direction sensiblement normale à celle des rives, et forme un déversoir étroit, *très noyé,* sur lequel la lame déversante est épaisse et la chute allongée. Le passage des bateaux y est facile.

Les passages du type n° 1 offrent un tirant d'eau pouvant s'abaisser jusqu'à 40 centimètres ; au contraire, sur les passages du type n° 2, le

mouillage minimum varie, suivant les points, entre 1m,50 et 2 mètres et même plus.

Il était donc logique de *poursuivre l'amélioration du fleuve en ramenant tous les passages du premier type au second;* et pour cela, sans changer les conditions générales de l'écoulement des eaux et des graviers, *sans s'astreindre à l'application de toute formule* hydraulique plus ou moins exacte, on chercha à réaliser dans le plan, dans le profil transversal, et dans le profil longitudinal, les *dispositions et les formes qui se rencontrent sur les passages naturellement bons.*



Plan. — Profil en long. — Profils en travers.

FIG. 2. — Passage type n° 2.

Pour obtenir ce résultat, il faut *d'abord* réunir dans un seul bras toutes les eaux d'étiage, de manière à se mettre dans les meilleures conditions possibles pour qu'un passage type n° 2 présente le tirant d'eau maximum. On y parvient en fermant les faux bras au moyen de barrages établis à leur origine amont, et, quand ils ont une certaine longueur, avec des barrages successifs appelés traverses, qui répartissent la chute totale des eaux dans l'étendue du bras. Ces ouvrages ne doivent pas être trop élevés, de manière à conserver le faux bras à l'écoulement des crues.

Il faut *ensuite fixer les profondeurs en plan dans les courbes*, par un tracé et une constitution convenable des rives. Les profondeurs se maintiennent facilement contre une rive concave, à paroi raide par l'effet même de la force centrifuge, quand aucune action perturbatrice ne tend à les en éloigner, notamment quand la rive convexe est en *plage douce*. On réalise ces formes sur la rive concave soit, *si la courbure est prononcée* et la pente forte, au moyen d'une digue longitudinale rattachée, de distance en distance, à la rive continentale par des ouvrages transversaux dits tenons ou traverses, soit, *dans le cas contraire*, au moyen d'ouvrages transversaux

analogues, dont les extrémités dessinent le tracé de la digue supprimée, et qui prennent alors le nom d'épis plongeants. *Sur la rive convexe*, il faut, au contraire, éviter toute digue, qui aurait pour effet d'appuyer le courant et de provoquer le creusement; il faut donner à cette rive la forme d'une plage en pente douce, au moyen d'ouvrages transversaux à faible relief, qui en dessinent la forme et en constituent le squelette.

Enfin, il faut diriger les eaux à l'inflexion, aux extrémités des mouilles, de manière à les écarter progressivement de la rive concave en amont du seuil, à les rapprocher également peu à peu de la rive concave opposée à l'aval du seuil, de manière à fixer celui-ci en position et en orientation. Ces effets s'obtiennent au moyen d'ouvrages noyés, qui dessinent les formes du lit sous les eaux, de manière à passer lentement et successivement (voir croquis du passage type n° 2) du profil en travers A B au profil en travers C D, et de ce dernier au profil en travers E F.

Ces explications ne donnent que le thème des opérations à effectuer successivement pour l'amélioration d'un mauvais passage; mais il est bien évident que l'on n'obtiendrait aucun résultat utile, si l'on se bornait à tracer *théoriquement* sur le papier les formes d'un bon passage, et si on voulait les appliquer à un passage quelconque. Une connaissance approfondie du régime du fleuve, qui ne peut résulter que d'une longue pratique et d'observations très suivies, est indispensable pour déterminer en chaque point les bras à barrer, les courbures les plus appropriées des rives et du chenal, la position et la direction de l'inflexion, les hauteurs et les pentes des ouvrages successifs. Dans les variations de tous ces éléments, il faut une continuité absolue, car *il ne faut heurter le courant par aucun obstacle*, mais bien lui donner *progressivement la direction voulue*, au moyen d'une série d'ouvrages dont chacun travaille peu, mais dont les effets s'ajoutent successivement et se complètent. Il faut, en outre, dans un premier travail, tenir les ouvrages courts et bas, de manière à se ménager la possibilité d'une rectification facile et peu onéreuse, si l'expérience fait reconnaître une certaine erreur; et ce n'est que quand les modifications du lit se produisent bien nettement dans le sens cherché, que l'on peut *recharger les épis*, et leur faire produire toute leur action.

L'amélioration du Rhône était donc une œuvre qui devait s'exécuter progressivement, et en s'inspirant toujours de l'expérience acquise par les travaux précédents; il en sera nécessairement ainsi quand on voudra entreprendre l'amélioration sur place d'une rivière à fond mobile, et tout autre mode de procéder conduirait à peu près sûrement à un échec complet.

C'est à cette tâche que M. l'Ingénieur en Chef Girardon s'est appliqué pendant *vingt-trois ans;* on peut dire qu'il a réussi au delà même de ses propres espérances. Les seuils sont aujourd'hui pour la plupart entière-

ment améliorés; et l'expérience a prouvé que, pour les passages où les ouvrages étaient complets, l'amélioration était définitive, et se maintenait par de simples travaux d'entretien. Il reste encore à perfectionner l'amélioration de quelques passages sur lesquels les travaux ne sont pas terminés; et le successeur de M. Girardon est convaincu qu'il y parviendra, en suivant la voie qui lui a été si magistralement tracée.

Résultats obtenus. — Pour se rendre compte des résultats de ces travaux, il faut rechercher l'importance des modifications des conditions de navigabilité, et faire en quelque sorte l'inventaire des augmentations du mouillage d'étiage et de la diminution des périodes de chômage.

Entre Lyon et la mer, le Rhône présentait 189 seuils sur lesquels le mouillage d'étiage pouvait s'abaisser jusqu'à 40 centimètres. Leurs situations successives sont résumées ci-après :

En 1878, antérieurement aux travaux, il y avait *5* passages où le mouillage d'étiage tombait à *40 centimètres;* il n'y en avait plus aucun en 1885;

43 passages avaient un mouillage *inférieur à 1 mètre;* il n'y en avait plus que 5 en 1885, et aucun en 1890;

108 passages avaient un mouillage *inférieur à 1^{m},30;* il en restait 20 en 1885, 5 en 1895, et 1 seulement *aujourd'hui.*

En somme, les passages ayant un tirant d'eau d'étiage *inférieur à 1^{m},60* étaient au nombre de 156 en 1878, de 78 en 1885, de 24 en 1895; ils ne sont plus que 14 aujourd'hui.

Mais le mouillage minimum d'un fleuve amélioré n'est pas la vraie mesure de son utilité commerciale; et il importe bien plus de connaître quelle peut être la *durée normale des bonnes eaux navigables.*

Considérons *trois périodes*, correspondant aux étapes successives des travaux. La première, antérieure au programme de la loi de 1878, va de 1853, date au delà de laquelle on n'a pu avoir des renseignements certains jusqu'en 1877; la seconde, de 1878 à 1885, correspond à la grande activité des chantiers; la troisième, de 1886 à 1905, est celle pendant laquelle les travaux ont donné leurs résultats de plus en plus complets.

Pendant les vingt-quatre années de la première période, il n'y a pas eu une seule année sans chômage de basses eaux. Leur durée a été en moyenne de soixante-dix jours par an (variant de 19 à 171). Trois années consécutives (1857-1859) ont donné ensemble 441 jours de chômage.

Dans les huit années de la deuxième période, on en trouve une sans chômage ; dans les autres, le chômage a duré en moyenne 30 jours (variant de 12 à 91).

Dans les vingt années de la troisième période, on en trouve quatorze

sans chômage de basses eaux, et la durée moyenne annuelle de chômage est à peine de 3 jours. Si la navigation avait dû chômer par les mêmes eaux qui l'arrêtaient avant 1878, la moyenne annuelle des chômages se serait élevée à 94 jours (variant de 40 à 177) trois années consécutives (1893-1895) auraient donné un chômage total de 454 jours.

Les chômages des basses eaux, qui étaient autrefois la règle, sont donc devenus l'exception ; et ce changement n'est pas dû à une modification dans le régime hydraulique du fleuve, comme le montrent les chiffres de la troisième période, pour l'hypothèse où les travaux d'amélioration n'auraient pas été entrepris.

Ces résultats sont donnés sous une autre forme dans le tableau ci-dessous :

	1853-1877	1878-1885	1886-1907
	jours	jours	jours
Mouillage supérieur à 1m,80.	141	199	272
Mouillage de 1m,80 à 1m,60, navigation à plein chargement	46	41	40
TOTAUX.	187	240	312
Mouillage inférieur à 1m,60, mais permettant encore la navigation à chargement réduit.	84	74	35
Durée totale de la navigation	271	314	347
Chômages de basses eaux.	70	30	3
Crues, glaces, etc.	24	21	15 (*)
TOTAUX.	365	365	365

(*) Les chômages de crue ont été réduits par le relèvement des tabliers de certains ponts.

Il est intéressant *de comparer les conditions actuelles de navigabilité du Rhône avec celles que l'on a obtenues sur les rivières d'Allemagne* où le trafic est cependant considérable (voir tableau ci-après).

Cette comparaison est loin d'être défavorable au fleuve français ; et les conditions actuelles de navigabilité *sont au moins égales* à celles que nos voisins de l'Est utilisent avec un plein succès.

Le Rhône n'est donc pas, ce que l'opinion publique a cru pendant longtemps, un fleuve indomptable et exceptionnel ; à la suite des travaux d'amélioration, il apparait aujourd'hui comme absolument comparable aux autres fleuves navigables.

	RHONE ACTUEL	RHIN de MANHEIM à COLOGNE	ELBE	ODER	VISTULE
	jours	jours	jours	jours	jours
Navigation à pleine charge.	312	193	195	127	155
Navigation à charge réduite	35	153	106	157	106
Durée totale de la navigation.	347	346	301	284	261
Chômages de basses eaux, glaces, crues, etc.	18	19	64	81	104
TOTAUX.	365	365	365	365	365

On ne peut lui reprocher que la *vitesse un peu forte* de son courant, tenant à ce qu'il coule *à peu près en ligne droite* de Lyon à la mer. La distance de Lyon à Marseille est de 342 kilomètres par voie ferrée, et de 370 kilomètres par voie d'eau, soit un allongement de parcours de 8 0/0 seulement. La distance de Paris à Rouen est de 140 kilomètres par voie ferrée et de 238 kilomètres par la Seine avec ses nombreux méandres, soit un allongement de parcours de 70 0/0. Si donc chaque kilomètre est sur le Rhône un peu plus dur à parcourir à la remonte, on en a à franchir un nombre relativement moindre, et c'est une considération qui doit intervenir dans la comparaison des prix de fret.

Il est par suite possible d'utiliser, sur le Rhône, un matériel de navigation du même type que celui qui fonctionne sur les autres rivières ; il suffit pour s'en convaincre de venir voir les chalands qui y circulent, traînés par des remorqueurs et des toueurs : les chalands n'ont rien de comparable aux lourds bateaux de canal ; ils ont, au contraire, des formes soigneusement étudiées, pour diminuer les efforts de traction sans trop réduire la capacité de chargement, et sont, à cet égard, très analogues à ceux en usage sur le Danube, sur le Rhin, et, à l'échelle près, sur la Volga. Les remorqueurs doivent être puissants, pour vaincre, à la remonte, des courants assez rapides ; et l'industrie française a réussi à créer des engins faciles à conduire, d'une marche très régulière et très économique, et qui font le plus grand honneur à la grande usine qui les a construits.

Ce nouveau matériel est en service depuis *douze ans* ; et le tonnage moyen du fleuve entre Lyon et Arles (déduction faite du flottage qui tend à disparaître) est passé de *120.500* tonnes en 1880, à *208.500* tonnes en 1890, *264.500* tonnes en 1900 et *307.000* tonnes en 1903. Il y a eu depuis lors un léger fléchissement ; il n'est pas imputable aux conditions de navigabilité du fleuve, mais bien à des crises ouvrières qui se sont succédé particulièrement à Port-Saint-Louis, et ont eu sur le trafic une répercus-

sion inévitable. Cela est si vrai, que la Compagnie de navigation qui exploite le fleuve songe aujourd'hui à augmenter son matériel, déjà très puissant, pour faire face aux demandes d'un trafic toujours croissant.

Les prix de fret se sont abaissés en même temps que les périodes de bonne navigabilité s'allongeaient et que le matériel s'améliorait. Ces prix ne sont pas encore descendus aussi bas qu'ils le pourraient ; une seule Compagnie monopolise presque tout le trafic, et comme son matériel est à peu près constamment utilisé, elle n'a pas à appeler la marchandise. Dans ces conditions, le fret n'est pas déterminé par le prix de revient effectif des transports, comme cela a lieu en général pour la batellerie en raison de la concurrence, mais bien par les tarifs correspondants de la voie ferrée parallèle.

Les chiffres donnés ci-dessus pour le tonnage du Rhône dans ces dernières années sont assurément très inférieurs au tonnage des voies navigables du Nord de la France ; mais cette différence n'est pas exclusivement imputable à l'imperfection de la voie navigable ou à l'élévation des prix de fret.

Si, en effet, on fait porter la comparaison sur les *marchandises autres que la houille*, on trouve pour l'année 1903 les résultats ci-après :

Tonnage des voies navigables du Nord de la France.

Canaux.	483.622	tonnes.
Rivières	350.325	—
Tonnage du Rhône.	297.467	—

La houille est le principal trafic de toutes les voies navigables importantes ; et le Rhône n'en transporte qu'une quantité très minime, parce qu'il est effectivement séparé des bassins houillers les plus voisins de la Loire et du Gard (les chemins de fer qui l'y relient ont des tarifs prohibitifs, en raison de la courte distance à parcourir sur rail, et de l'absence de tout raccordement effectif entre la voie ferrée et la voie d'eau). Cette situation ne se modifierait pas alors même que, dans l'avenir, on substituerait au fleuve trop rapide une voie navigable absolument parfaite ; et c'est une considération qu'il ne faut pas perdre de vue, quand on veut apprécier les conséquences économiques de l'amélioration du Rhône.

Nous nous bornons à mentionner seulement ici, le canal latéral au Rhône, d'Arles à Lyon, dont l'avant-projet complet vient d'être communiqué par le ministre des Travaux Publics aux Chambres de commerce intéressées à sa création. Le chiffre de la dépense est tel que l'œuvre ne se justifierait que par une augmentation considérable du tonnage du fleuve. C'est une question sur laquelle toute discussion serait encore prématurée.

Utilisation future du Rhône au point de vue agricole et industriel. — Au point de vue de son *utilisation agricole*, le Rhône est encore aujourd'hui

dans une situation analogue à celle où il se trouvait il y a un demi-siècle. On a bien cherché à développer le seul canal d'irrigation qui lui emprunte ses eaux, celui dit de Pierrelatte; on lui a tracé un nouveau lit pour étendre son périmètre dominé, on a porté sa dotation de 2.000 à 8.000 litres et l'on a dépensé pour cela une somme qui n'est pas inférieure à 10 millions de francs. Ces travaux sont terminés depuis bientôt vingt ans et le seul résultat a été de porter de 1.000 à 1.500 hectares environ la superficie arrosée par le canal. L'effort a été grand pour un maigre effet ; et c'est un exemple qu'il faut peut-être ne pas oublier quand on veut envisager le développement agricole du fleuve.

Les agriculteurs du Gard et de l'Hérault ont songé à en dériver un débit important pour l'irrigation des terres de leur région ; la réalisation pure et simple de ces projets paraît difficile, en raison du chiffre considérable de la dépense, comparé au nombre d'hectares que l'on pourrait effectivement arroser.

Quant à *l'utilisation industrielle* du Rhône, les anciens moulins ont tous disparu. A leur place, il s'est créé, à Lyon même, une entreprise tout à fait remarquable pour l'époque où elle a été conçue et exécutée, c'est celle de la Société Lyonnaise des forces motrices du Rhône, dite de Jonage, dont les débuts ont été difficiles, mais qui donne actuellement des résultats très satisfaisants, grâce à la ténacité et à la persévérance de ses promoteurs.

En amont de Lyon, l'entreprise de force motrice de Bellegarde, qui remonte à 1871, a eu également des débuts désastreux, car elle est née à une époque où l'on ne connaissait aucun moyen avantageux de distribuer à distance l'énergie produite par une grosse usine centrale. Elle est entrée dans une nouvelle phase le jour où l'électricité est venue à son secours ; et son développement paraît aujourd'hui entièrement assuré.

Dans un avenir peut-être prochain, l'on peut envisager l'utilisation du Rhône aux environs de la frontière suisse. Le canton de Genève qui a déjà construit sur son territoire deux usines hydrauliques importantes, celles de la Coulouvrenière et de Chèvres, en projette une troisième, un peu en aval. Une demande de concession a été présentée pour utiliser la chute du fleuve dans la partie où il forme frontière entre la France et la Suisse, au moyen d'un barrage à établir à Pougny. La puissance hydraulique du Rhône sera ainsi entièrement utilisée, depuis sa sortie du Lac Léman jusqu'à son entrée en France.

Un projet plus grandiose vient de voir le jour, sous les auspices de noms qui font autorité dans la science ou dans l'industrie électriques ; il consiste à barrer le Rhône en aval des rapides qui, de la frontière suisse, s'étendent jusqu'à Génissiat, à transformer toute cette section en un grand lac de 23 kilomètres de longueur, dont l'émissaire aurait une chute de 70 mètres de hauteur, avec un débit utilisable variable de 120 mètres

cubes à l'étiage jusqu'à 500 mètres cubes, en crues ordinaires. L'usine aurait une puissance variant de 80.000 à 335.000 chevaux utiles ; et elle produirait une quantité d'électricité dont on pourrait utiliser sur place une certaine fraction pour les besoins des industries locales, et dont le reste pourrait être transporté jusqu'à Paris, substituant une richesse nationale à une partie de la houille pour laquelle la France est aujourd'hui tributaire de l'étranger.

Une des conséquences de cette œuvre grandiose, intéressante pour l'objet spécial de ce mémoire, serait de transformer en un lac tranquille une région du Rhône qui est aujourd'hui absolument impraticable, et de rendre peut-être possible l'établissement d'une voie de navigation entre Lyon et le lac Léman, au grand profit de nos ports de la Méditerrannée.

M. A. BLONDEL

Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef (Paris).

SUR LE PROJET DE TRANSPORT D'ÉNERGIE DU RHONE A PARIS, DE MM. BLONDEL, HARLÉ ET MÄHL

— 7 août —

Le projet dressé pendant les années dernières par MM. Blondel, Harlé et Mähl, et qui a été récemment soumis à l'examen d'une Commission de la Ville de Paris, a fait déjà devant l'Association Française l'objet d'une remarquable communication de M. de la Brosse, qui était rapporteur de cette Commission ; il a exposé les dispositions générales du projet, sur lesquelles il est donc inutile de revenir.

On se bornera, dans ce qui suit, à donner quelques renseignements complémentaires sur les dispositions électriques du projet, notamment une comparaison entre les solutions à courant continu et à courant triphasé, et une justification de la possibilité de la transmission à une si grande distance et une si haute tension que celles prévues par ce projet.

Comparaison entre les deux Solutions a courant continu et a courant triphasé.

La comparaison à faire se réduit en pratique à mettre en balance le système continu série avec des câbles souterrains à 100.000 volts à l'arrivée, et le système des courants triphasés avec lignes aériennes à 100.000 volts à l'arrivée (*).

(*) Les tensions utiles correspondantes entre fil et point neutre sont respectivement : $\frac{130.000}{2} = 65.000$ volts et $\frac{100.000}{2} = 57.800$ volts, donc peu différentes.

La première solution est plus séduisante au point de vue des lignes, parce qu'elle supprime tout entretien, toute surveillance et toute cause d'arrêt par coups de foudre, rupture d'isolateurs, ouragans, etc. Elle réduit à la simplicité la plus grande les stations de départ et d'arrivée et permet de supprimer tout l'encombrant et coûteux appareillage qu'exigent les courants triphasés, non seulement dans les stations terminales, mais aussi dans les postes de transformation en route. On ne saurait nier que le système à courant continu série se présente comme de beaucoup le plus simple des deux, même avec la nécessité de transformer à l'arrivée tout ou partie des courants par des machines tournantes.

Mais on ne peut encore invoquer aucun exemple d'installation analogue à une tension aussi élevée ; l'installation de Moutiers, à Lyon, qui, après les difficultés du début, paraît donner aujourd'hui un bon fonctionnement, n'utilise qu'une tension au plus moitié moindre, et les câbles souterrains dans Lyon ne sont pas posés depuis assez longtemps pour qu'on puisse établir des pronostics absolument certains au sujet de leur durée.

De même, les machines projetées, bien qu'étudiées par M. Thury, dont la haute compétence est de nature à donner toute confiance dans le succès, n'ont pas encore été réalisées et on n'a pas la sécurité absolue que les collecteurs se comporteront d'une manière parfaite ; cette sécurité absolue ne pourra être donnée que par des expériences préalables sur un modèle réalisé du même type de machine ; ces expériences sont d'ailleurs très possibles.

D'autre part, le système à courants triphasés présente aussi des inconvénients et des avantages. Les inconvénients sont : la complication des stations transformatrices et leur prix très élevé par rapport à celui des stations ordinaires ; les difficultés d'entretien des lignes aériennes et les chances d'arrêt par coups de foudre ; les risques de résonance ; les variations de voltage, plus considérables le long des lignes et la perte plus grande dans celles-ci ; les courants de charge à vide, qui occasionnent des pertes à vide d'un ordre comparable à celui des lignes à courant continu série à cause de leur grande intensité, due à la très haute tension choisie.

Mais nous espérons avoir réduit ces inconvénients au minimum par l'adoption de quatre lignes en parallèle, par l'addition ultérieure de deux autres, par les précautions prises pour la mise hors de circuit de toute ligne endommagée, par l'adoption de fils de garde au-dessus des lignes et de parafoudres étagés assistés de limiteurs de tension, par la suppression des harmoniques et par la mise hors de circuit de toute ligne non suffisamment chargée.

Au point de vue des dépenses d'établissement, les lignes triphasées reviennent sensiblement moins cher que les lignes à courant continu souterraines et un peu plus cher que si ces dernières sont rendues aériennes ;

l'énergie perdue dans les lignes est peu différente aussi dans les deux solutions parce que la perte, plus faible en valeur absolue dans le système courant continu, s'étend à un plus grand nombre d'heures annuellement.

Les frais d'établissement et d'exploitation des usines sont aussi à peu près du même ordre, bien que l'on trouve un certain avantage en faveur de la solution triphasée.

Le courant triphasé présente un avantage très important au point de vue du succès d'une entreprise comme celle-ci ; c'est son élasticité et les ressources qu'il présente pour l'avenir. En cas d'un insuccès (qui n'est, d'ailleurs, pas à prévoir, étant donnés les résultats des nouvelles installations américaines à 80.000 volts en ce moment), on a toujours la ressource très facile d'abaisser la tension sur la ligne, au moins pendant les premières années d'exploitation, sans risquer de ne pouvoir utiliser le matériel ; avec le courant continu, un échec dans la construction des câbles, dans la construction ou dans l'isolement des machines, paraît moins facilement réparable.

Un autre avantage important des courants triphasés, c'est que l'usine génératrice peut être équipée avec un seul matériel, tous les groupes générateurs étant interchangeables et pouvant, à l'aide de transformateurs variés, permettre d'employer l'énergie des générateurs à volonté pour le transport sur Paris, pour les distributions locales ou pour l'électrochimie ; notre courant basse tension à 12.000 volts pouvant servir lui-méme directement à la fabrication des nitrates artificiels. On n'obtient pas toute la mème élasticité avec le système à courant continu série, parce que les groupes générateurs à courant continu ne peuvent être utilisés pour les usages locaux ; on serait obligé d'y adjoindre une seconde usine formée de groupes triphasés analogues à ceux de la solution triphasée ; les machines des deux systèmes ne peuvent être interchangeables, ni se servir mutuellement de réserve pour réaliser la même utilisation totale de la force motrice du Rhône. On serait donc amené probablement à installer un plus grand nombre de groupes supplémentaires triphasés qu'il n'est strictement nécessaire, et on aurait ainsi à prévoir un supplément de dépenses considérable et un encombrement peut-être inacceptable.

Quant à la distribution en cours de route, elle présente des conditions difficilement comparables dans les deux systèmes. Dans le système courant continu, les transformations exigent des machines tournantes et entraînent une perte d'énergie plus grande qu'avec les simples transformateurs statiques (*) ; mais les stations sont beaucoup plus simples comme appareillage et l'alternateur commandé par le moteur à courant continu se prête à un

(*) Un poste transformateur statique d'énergie donnerait un rendement d'environ 95 0/0, tandis que le poste à moteurs générateurs ne donnera pas plus de 90 0/0 pour les grandes puissances et 85 0/0 en pratique, pour les distributions en route que nous prévoyons.

réglage de tension parfait; tandis, que dans le système triphasé, le réseau secondaire local de distribution sera soumis aux variations de la tension sur la ligne qui peuvent atteindre, suivant les heures du jour, jusqu'à 20 et 25 0/0; le courant distribué peut être cependant réglé soit par addition d'une self fixe dans le circuit local, soit par l'emploi de régulateurs automatiques sur le secondaire des transformateurs. Il pourra donc être utilisé directement à la production de la force motrice; mais, pour l'éclairage, il faudra peut-être recourir à des moteurs générateurs pour avoir une régularité parfaite (*). Ces difficultés de réglage sont moindres avec le courant continu, qui se prête aussi mieux à la distribution de petites forces motrices en cours de route. Mais cette question de la distribution en ligne doit être considérée comme secondaire dans un transport qui a pour caractéristique principale l'alimentation de Paris.

Pour les motifs précédents, dans l'état actuel de la technique, le projet à courants triphasés paraît être celui qui offre provisoirement, sinon la plus grande élégance, du moins le minimum d'aléas; il a l'avantage aussi que nous pourrons bénéficier très prochainement, pour le mettre au point, des résultats d'expérience des lignes de Stanislaus, de la Great Western C°, et autres, à 100.000 volts, qui se construisent actuellement aux États-Unis, et de celle de Muskegon-Grands Rapids, qui est en fonctionnement effectif sous cette tension depuis quelques mois.

Mais nous nous réservons de profiter aussi, avant l'exécution de l'installation électrique, de tous les progrès ultérieurs qui s'opéreront dans le système concurrent.

Il ne faut pas oublier que les travaux hydrauliques doivent être exécutés avant la commande du matériel électrique; au moment où aura lieu cette commande, nous posséderons d'autres éléments d'appréciation plus récents qui permettront, soit de confirmer notre choix actuel provisoire, soit, au contraire, de le modifier en faveur du courant continu; il suffirait pour cela qu'une démonstration expérimentale pût être faite sur une petite échelle, au moyen de la nouvelle machine projetée par M. Thury et des câbles proposés par la Société Française des Câbles électriques.

L'étude plus prolongée du fonctionnement du transport de Moutiers à Lyon permettra aussi de juger, dans un an ou deux, d'une manière plus certaine, la valeur pratique du système.

Considérations générales sur la praticabilité de l'Entreprise.

On a pu être surpris et impressionné de nous voir présenter un projet de transport de transmission électrique à une distance aussi considérable;

(*) En effet, le réglage de la tension sur la ligne triphasée sera fait en vue d'assurer une tension constante à l'arrivée à Paris, et toutes les variations de voltage se font sentir sur la ligne en amont; elles croissent progressivement et atteignent leur maximum à la station génératrice.

car 450 kilomètres séparent Génissiat (près de Bellegarde) de Paris, et les lignes auront plutôt 500 kilomètres, si l'on tient compte de l'allongement du tracé par quelques détours, et par la flèche des câbles conducteurs; toutes circonstances qui ont été prises, d'ailleurs, en considération dans nos calculs.

Cette distance dépasse de beaucoup ce que l'on est habitué à considérer en France comme une limite pratique de transmission électrique (soit environ 100 à 150 kilomètres), et même notablement la plus longue transmission connue aux États-Unis, qui est celle de Colgate à San-Francisco (360 kilomètres).

On est donc en droit de se demander quels sont les procédés nouveaux ou les circonstances exceptionnelles qui nous permettent d'être si audacieux dans nos propositions et qui ont autorisé la Commission technique de la Ville de Paris à leur donner sa haute approbation.

Il est facile de donner la réponse à cette question :

Notre entreprise est rendue possible, d'une part, par les perfectionnements récents de la technique des hautes tensions, et d'autre part, par les conditions spéciales particulièrement favorables que nous rencontrons pour l'installation d'une chute sur le cours du Rhône et pour la vente de l'énergie produite. Examinons ces deux points de vue en détail.

I. — Progrès techniques. — Sans qu'il y ait d'inventions nouvelles à proprement parler, les moyens techniques se sont beaucoup perfectionnés dans ces dernières années et avec une rapidité supérieure à ce qu'on avait constaté jusqu'ici. Bien plus, ces progrès, dans les possibilités d'emploi de la haute tension, se sont produits, à peu près simultanément, aussi bien pour courant continu que pour courant triphasé.

Matériel électrique. — D'une part, M. Thury, dont on connaît les remarquables travaux sur le système série à courant continu, a résolu le problème, depuis longtemps posé, de construire des unités à courant continu, haute tension, beaucoup plus puissantes que celles qu'on connaissait jusqu'alors, et il peut mettre aujourd'hui à notre disposition des machines fournissant individuellement, par deux collecteurs, 750 ampères sous 3.500 volts (au lieu de 75 ampères seulement au transport de Moutiers à Lyon) ; il a pu perfectionner l'isolement de ces machines par rapport au sol, de telle manière qu'il n'y ait pour ainsi dire plus de limite à la tension utilisable.

D'autre part, les grands constructeurs américains, qui avaient déjà montré, il y a quelques années, à l'Exposition de Saint-Louis et dans d'autres circonstances, des transformateurs pouvant fournir des tensions de 100.000 à 200.000 volts, grâce à une construction soignée et à l'isolement par l'huile en cuve fermée, paraissent avoir résolu maintenant un second problème encore plus difficile, celui de la rupture brusque de courants très puissants sous de très hautes tensions, condition indispensable pour l'exploitation d'une transmission comme celle que nous envisageons ; ils sont arrivés aujourd'hui à construire des appareils robustes qui peuvent couper, dans trois cuves séparées, correspondant aux trois phases, une puissance totale de 20.000 kilowatts sous 100.000 à 120.000 volts.

Isolateurs. — Enfin, les lignes de transmission ont elles-mêmes subi des progrès intéressants, non pas tant au point de vue qualitatif qu'au point de vue quantitatif; c'est-à-dire qu'on a augmenté peu à peu la qualité et la dimension des cloches de porcelaine des lignes aériennes de telle sorte qu'on peut aujourd'hui envisager avec confiance le problème de la construction d'un isolateur pour ligne de 120.000 volts triphasée. Bien plus, nous disposons, pour l'isolement de ces lignes, de quelques moyens nouveaux intéressants:

L'isolateur à chapeau métallique, qui a été imaginé à peu près à la même époque par plusieurs ingénieurs, notamment en France par M. Vulcanesco, et en Allemagne par la Société de Hermsdorf; celle-ci a étudié pour nous un type rationnel en même temps qu'économique, formé de deux ou trois cloches en porcelaine, surmontées d'un grand parasol métallique, qui les protège contre la pluie et auquel nous avons fait donner un bord toroïdal pour empêcher l'ionisation de l'air. Les essais ont montré qu'un pareil isolateur avec deux cloches seulement peut être essayé sous la pluie à une tension de plus de 200.000 volts, et l'isolateur à trois cloches de porcelaine, plus un chapeau de métal, supporterait sans doute 300.000 volts. L'efficacité du dispositif provient surtout de ce que, sous l'effet du champ électrique puissant produit par la cloche, les gouttes d'eau qui tombent sur le chapeau, et qui se trouvent électrisées, sont projetées à distance sans tomber sur les cloches de porcelaine; la principale cause de production des arcs se trouve ainsi évitée.

L'isolateur suspendu récemment imaginé et qui jouit en ce moment aux États-Unis d'une certaine vogue, formé d'un certain nombre de cloches réunies les unes aux autres, à joints croisés, par des connexions en câble métallique isolées les unes des autres par une certaine épaisseur de porcelaine, suivant le principe déjà anciennement réalisé dans les boules isolantes de tramways, dont ce système ne se distingue que par la matière et la forme des isolants.

Chaque élément peut résister à environ 25.000 volts et il suffit d'en grouper 5 en série pour résister à 125.000 volts. Ce dispositif a l'avantage que le bris accidentel d'une cloche n'entraîne pas la chute des câbles ni la rupture des autres isolateurs; il a, par contre, l'inconvénient que les câbles peuvent osciller sous l'action du vent, et qu'il faut par conséquent les suspendre à des bras présentant un porte à faux considérable et exigeant des pylônes de hauteur beaucoup plus grande que pour les lignes portées.

Supports. — Cela nous conduit à ajouter en passant que des lignes du genre des nôtres ne peuvent être construites que sur des pylônes extrêmement solides, soit en métal, soit en béton armé; les progrès réalisés dans la construction des pylônes métalliques aux États-Unis, notamment par l'emploi de systèmes à grandes mailles et à large base de sustentation, nous ont permis de proposer des types à la fois solides et rationnels, tout en maintenant entre nos conducteurs un écartement considérable (3 mètres) pour réduire au minimum les risques d'ionisation de l'air.

Appareils de protection. — Les procédés de protection des lignes aériennes se sont également peu à peu précisés et perfectionnés, et nous pouvons disposer aujourd'hui, pour la protection d'une ligne à 120.000 volts en courant alternatif (et *a fortiori* pour une ligne à courant continu), des dispositions protectrices suivantes:

a) Des parafoudres à cornes placés en dérivation au nombre de 2 ou 3, présentant des écartements variables et munis de résistances en série d'autant

plus fortes que l'écartement est plus faible, de telle sorte que la décharge atmosphérique trouve un chemin d'écoulement d'autant plus facile qu'elle jaillit à plus haute tension et que le courant de court-circuit s'éteigne rapidement et progressivement ; pour le plus ouvert des parafoudres, la résistance sera remplacée par un fusible ;

b) Des batteries de soupapes électrolytiques à aluminium, qui peuvent être mises en série avec les parafoudres à cornes et aider ainsi à interrompre les courants de court-circuit dès que la tension est redevenue normale ;

c) Des déchargeurs continus à rouleaux de métal anti-arc, dont le seul défaut est de devenir fort encombrants pour les hautes tensions et qui pourront être remplacés peut-être par des résistances en sable mouillé ;

d) Des self-inductions protectrices qui empêchent les courants oscillants de pénétrer jusqu'aux transformateurs ;

e) Enfin, des batteries de condensateurs industriels qui, sans être trop encombrantes, peuvent être ajoutées en dérivation aux entrées des usines lorsqu'il s'agit des courants continus et laisser passer librement les décharges oscillantes. On ne saurait, pour les courants triphasés, leur donner qu'une capacitée limitée, parce que nous avons déjà à craindre un courant à vide trop fort par le simple effet de la capacité de notre ligne qui est considérable.

On peut, en outre, ajouter des limiteurs de tension en dérivation sur les selfs et les condensateurs.

Ceci nous amène à remarquer que nos lignes elles-mêmes jouent le rôle d'appareils de sécurité par suite de cette capacité et aussi par l'ionisation de l'air ; celle-ci dissipera une grande quantité d'énergie dans le diélectrique environnant toutes les fois que la tension s'élèvera trop au-dessus de la tension normale que nous avons choisie et en vue de laquelle nous avons dimensionné le diamètre de nos câbles, de façon qu'il n'y ait pas d'ionisation sensible à cette tension.

Câbles. — Enfin, des progrès tout à fait remarquables réalisés au cours des quatre dernières années dans la fabrication des câbles électriques, notamment par l'emploi de meilleurs procédés d'imprégnation, ont permis à des constructeurs audacieux et compétents, comme MM. Berthoud-Borel et C^ie^ de Lyon, guidés par leur expérience du transport de Moutiers, de réaliser des câbles armés souterrains à courant continu, qui, sous une faible épaisseur de 5 à 7 millimètres d'isolant, peuvent supporter d'une manière prolongée une tension de plus de 200.000 volts entre âme et terre, soit 33 % de plus plus qu'il ne nous serait nécessaire pour un transport par conduite souterraine à 150.000 volts. Ces câbles sont exposés à Marseille, ils sont soumis à des démonstrations publiques très intéressantes.

Nous avons donc trouvé, du côté des constructeurs, un appui précieux au point de vue technique pour la réalisation de la tension dont nous avions besoin et nous avons pu mettre en comparaison la solution par courant centinu avec conducteurs aériens, ou mieux avec câbles souterrains, et la solution par courants triphasés à conducteurs aériens ; les effets de capacité à courant alternatif sont, en effet, tellement énormes, à ces tensions, qu'on ne saurait songer un instant à un transport triphasé souterrain.

2° CIRCONSTANCES SPÉCIALES FAVORABLES — Tous les progrès techniques que nous venons de signaler auraient été inefficaces si notre problème ne présentait par ailleurs les circonstances favorables suivantes :

Puissance. — Tout d'abord, la grande puissance à transporter, qui variera de 60.000 kilowatts au minimum à 150.000 kilowatts, suivant les saisons, les heures de la journée, etc., nous permet d'employer des câbles de grosse section (150 millimètres carrés par câble), présentant un diamètre de 20 millimètres environ (que nous obtenons naturellement dans le cas de l'aluminium ou artificiellement par l'emploi d'âmes en chanvre dans le cas du cuivre) ; grâce à ce diamètre nous pouvons nous contenter d'un écartement de 3 mètres entre fils sans risquer d'ionisation, espacer nos pylônes de 150 à 200 mètres sans risquer de rupture de câble, et réduire ainsi les difficultés d'installation de la ligne, et les points faibles que constituent les isolateurs ; toutes choses qui seraient impossibles avec des fils plus fins.

Débouché. — En second lieu, la concentration de cette grande puissance sur un seul transport d'énergie nous permet d'établir des lignes relativement économiques, et pouvant cependant supporter des frais de vérification et d'entretien sur ce long parcours sans augmentation notable du prix du kilowatt-heure. Cette grande puissance permet aussi de répartir les conducteurs en un grand nombre de lignes distinctes (jusqu'à six lignes triphasées, portées sur trois rangs de supports différents) ; ceci réduit à peu près à rien les chances d'interruption de la transmission par accident, car le calcul des probabilités montre que la probabilité d'un accident sur une ligne étant elle-même déjà très faible quand la ligne est bien installée, la probabilité d'un accident simultané sur les six lignes est sensiblement nulle.

L'énergie annuelle utilement transportable à distance sera de 500 à 600 millions de kilowatt-heures.

L'existence, à l'extrémité des lignes, d'un centre de consommation aussi considérable que Paris et sa banlieue, dont les besoins ne font qu'aller en croissant et dépasseront très vraisemblablement un milliard de kilowatt-heures avant dix ans, assure à notre entreprise un débouché immédiat et presque indéfini, et pourrait la dispenser de chercher de la clientèle sur son parcours.

Frais d'établissement. — Toutes ces conditions réunies permettent seules l'emploi de la tension considérable que nous avons en vue, et les dépenses très élevées qu'entraîne cette tension au point de vue de l'établissement des stations génératrices et transformatrices ; une entreprise de plus petite envergure ne pourrait pas les accepter, et c'est pourquoi l'on ne voit que rarement les tensions des transports d'énergie ordinaires dépasser 20.000 à 30.000 volts ; il faut déjà de grosses puissances pour oser atteindre d'une manière économique les tensions de 50.000 volts, comme dans les récentes installations de l'Énergie électrique du Littoral méditerra -

néen de la Société Grenobloise de Force et Lumière, et de la Société Pyrénéenne d'Électricité.

Grâce à cette haute tension, et à la construction très mécanique des lignes, les frais d'établissement de la canalisation de transmission proprement dite ne sont pas notablement plus élevés que ceux de beaucoup de réseaux à tension de 20.000 à 25.000 volts, obligés de s'étendre sur de grands espaces et avec de nombreuses dérivations pour chercher la clientèle. Nos calculs font ressortir en effet notre prix de ligne à 300 francs par kilowatt, transport en charge normale, tandis que dans les entreprises dont nous parlons, on trouve des prix variant de 200 à 300 francs par kilowatt.

Enfin, toutes ces conditions favorables ne suffiraient pas s'il ne s'en trouvait une autre capitale, à savoir la possibilité de concentrer toute la puissance motrice disponible du Haut-Rhône sur un parcours de 28 kilomètres en une seule chute et en une seule usine génératrice puissante ; d'où résultent : un minimum de dépense pour l'établissement du barrage et des ouvrages hydrauliques, la possibilité d'emploi d'unités très puissantes (10.000 à 15.000 kilowatts), la centralisation du matériel de haute tension très coûteux et la centralisation de l'exploitation, la possibilité de réaliser une grande retenue permettant d'emmagasiner une partie des eaux disponibles pendant la journée et même de compenser dans une certaine limite les réductions du débit au moment de l'étiage, et enfin la possibilité d'établir à proximité de la station génératrice des usines électro chimiques pour absorber les excédents variables de puissance de l'installation, notamment pendant des heures de nuit et pendant des saisons des hautes eaux.

M. de la Brosse, dans sa remarquable étude, a donné des renseignements circonstanciés sur les avantages de la grande retenue, au point de vue du régime hydraulique disponible et des puissances réalisables. Les avantages de la concentration de la puissance motrice en une seule usine ne sont pas moins considérables, si l'on veut bien remarquer les dépenses énormes qu'entraine la construction d'une usine dans ces conditions, surtout si l'on emploie le courant triphasé qui oblige à créer deux usines, l'une pour la production de l'énergie, l'autre pour la transformation du courant produit en courant de haute tension ; les appareils de manœuvre de la station transformatrice présentent eux-mêmes une telle complexité, vu la nécessité de tout commander à distance par des servo-moteurs et de remettre toute l'exploitation entre les mains d'un seul électricien en chef chargé de faire toutes les connexions variables suivant les heures du jour et suivant les accidents qui peuvent se produire sur les lignes, qu'il serait pratiquement impossible de subdiviser un pareil matériel entre plusieurs usines fonctionnant en parallèle.

D'ailleurs, au point de vue économique, la concentration peut seule permettre d'obtenir l'énergie à un prix suffisamment bas pour justifier la transmission à Paris ; de même, et réciproquement, seul, le transport à Paris peut gager au point de vue financier une telle entreprise. qui n'exige pas moins de 85 millions de capital d'après nos calculs, (et même 100 millions si l'on ajoute différents éléments de dépense, comme le juge opportun la Commission de la Ville de Paris).

Nos calculs nous ont conduits à installer une puissance totale de 240.000 kilowatts dont la moitié sont destinés normalement au transport sur Paris et moitié à la distribution locale et à l'électrochimie. Dans ces conditions, la dépense totale d'installation de l'usine peut être considérée comme formée de deux parties ; les 120.000 kilowatts destinés à Paris (réserve comprise) reviennent environ à 330 francs ou 350 francs par kilowatt installé ; les 120.000 autres kilowatts destinés à des emplois intermittents pour l'électrochimie, reviennent à 100 francs le kilowatt. Ces deux prix se présentent comme parfaitement normaux pour des installations hydro-électriques économiques, et franchement inférieurs à ceux de beaucoup d'entreprises de ce genre qui donnent actuellement de bons résultats financiers. D'ailleurs, le prix du kilowatt utile transporté à Paris, en y comprenant une perte en ligne de 10 à 15 % et les frais d'installation de la ligne, ne ressort pas à plus de 800 francs, prix qui permet, comme on le sait, à l'énergie hydro-électrique de lutter avec avantage contre la vapeur, grâce à l'absence de toute dépense de combustible.

Telles sont, en définitive, les causes très complexes, comme on le voit, qui permettent de considérer comme parfaitement rationnelle, au point de vue technique et économique, une entreprise qui a pu paraître, au premier abord, plus ou moins hasardeuse, et de fonder sur elle les meilleures espérances de succès.

M. le Commandant LE VALLOIS

Ingénieur, ancien élève de l'École Polytechnique (Luxeuil) (Haute-Saône).

LE CANAL LATÉRAL AU RHONE. — SA RÉALISATION PRATIQUE, PAR ÉLÉVATEURS A BATEAUX, SUR PLANS INCLINÉS

— 4 août —

La nécessité d'un canal latéral au Rhône n'est plus contestée. On a, depuis dix ans, beaucoup écrit, beaucoup discouru sur ce sujet : il est temps de passer des paroles aux actes, et de s'occuper enfin de sa réalisation pratique.

I. — Canal latéral en aval de Lyon.

La section de Marseille à Arles étant aujourd'hui en construction, il ne s'agit plus que de la partie comprise entre Arles et Lyon.

Une commission interministérielle, constituée en 1900, avait fixé, dans un rapport d'octobre 1901, les conditions d'établissement d'un canal latéral au Rhône, dont elle évaluait la dépense à 400 millions de francs. L'étude de cette voie d'eau, faite d'après ce programme par les ingénieurs du Service de la Navigation, a été terminée au début de cette année, et les résultats communiqués, en février 1908, à la Chambre de Commerce de Lyon. Le projet comporte un canal à grande section, d'une longueur totale de 270^{km},750; il rachète par 31 écluses, de chutes variant de 2 à 7 mètres, soit une moyenne de 5^{m},16, la différence de niveau de 160^{m},50 entre Lyon et Arles. La dépense totale est de 525 millions de francs, chiffre donné par M. le Président de la Chambre de Commerce de Lyon, président du Comité directeur de l'Office des transports des Chambres de Commerce du Sud-Est, à la réunion du 23 juin dernier de ce Comité. Cela fait environ 1.940.000 francs le kilomètre. C'est un chiffre considérable, qui paraît de nature à rendre bien difficile la réalisation, par les intéressés : Chambres de Commerce, départements, villes, etc., de la part des dépenses que l'on peut équitablement leur demander.

Mais cela ne signifie pas qu'il faille renoncer au canal latéral exclusivement de navigation. Cela signifie simplement, qu'il faut renoncer au programme de canal à écluses, imposé aux ingénieurs de la navigation, dont les études consciencieuses ont ainsi prouvé que *cette solution n'est pas pratique, dans la vallée du Rhône.*

Il est, heureusement, d'autres solutions possibles, notamment celle d'un canal à plans inclinés, dans lequel les écluses soint remplacées par un appareil élévateur à bateaux sur plans inclinés, permettant de franchir d'un seul coup des hauteurs pouvant atteindre actuellement, jusqu'à 80 mètres, dans la pratique.

La disposition générale de l'appareil est très-simple. Au point où l'on doit l'installer, les extrémités de chacun des biefs supérieur et inférieur du canal, fermées par des portes mobiles, sont reliées l'une à l'autre par une rampe solidement établie sur le sol, et d'une pente assez faible, généralement de 4 à 10 centimètres par mètre. Sur cette rampe. une voie ferrée supporte une grande caisse métallique, pleine d'eau, de dimensions suffisantes pour contenir un bateau flottant, et dont les extrémités sont fermées par des portes mobiles : c'est le cas du plan incliné. Généralement, on dispose deux sas à côté l'un de l'autre, afin de pouvoir faire passer deux bateaux en même temps, soit en les rendant solidaires l'un de

l'autre, ce qui, en certains cas, peut avoir de grands avantages, soit en les laissant indépendants.

Pour faire descendre, par exemple, un bateau du bief amont dans le bief aval, on amène le sas contre l'extrémité du bief amont, sa porte mobile et celle du canal étant juxtaposées. On lève simultanément ces deux portes : le bateau entre dans le sas, qui, à ce moment, forme un prolongement du canal. On ferme les deux portes ; puis le sas, emportant son bateau, est mis en mouvement sur la voie ferrée, à l'aide de machines appropriées, qui le font descendre jusqu'à l'extrémité du bief inférieur, où il vient appuyer sa porte mobile contre celle du canal. On ouvre alors ces portes, comme on l'a fait tout à l'heure à la partie supérieure ; la communication s'établit entre le bief inférieur et le sas, d'où le bateau sort, pour reprendre sa route dans le canal.

Dans un canal à écluses, le sas est fixe, et le bateau monte ou descend verticalement ; dans un canal à plans inclinés, le sas est mobile, et entraîne le bateau dans un mouvement oblique, qui le déplace à la fois horizontalement et verticalement. On remarquera que cette traversée du plan incliné se fait sans aucune consommation d'eau, contrairement à ce qui se passe pour les écluses, où les pertes dues aux éclusées sont considérables, dans un canal à grande section, et à grand trafic, comme celui qui nous occupe.

***

Mais, dira-t-on, cette organisation d'un appareil élévateur pour bateau de 700 tonnes, sur plan incliné, qui doit présenter de sérieuses difficultés, et n'a pas encore été réalisée dans la pratique, est-elle possible ? Oui, et voici pourquoi.

En 1892 et 1893, sous la direction de M. Peslin, alors ingénieur en chef au corps des Ponts et Chaussées, et mort malheureusement à la fin de 1893, nous avons, pour le compte d'une Société franco-autrichienne, étudié et dressé un projet complet et détaillé d'un canal à plans inclinés, à grande section, entre le Danube, à Vienne, et l'Oder, à la frontière austro-allemande. Cette voie d'eau aura une longueur totale de 280 kilomètres. Pour traverser les Sudètes, qui séparent ces deux grandes vallées, le tracé conduisait à franchir une hauteur totale de 205 mètres, pour laquelle nous avions prévu l'emploi de 7 plans inclinés, dont l'un, de $43^{m},50$, au point de partage. Une maison de constructions mécaniques se chargea, en 1894, de l'étude de ces plans inclinés. Le projet de ces appareils, dont la maison nous garantissait le fonctionnement, fut soumis, en 1897, par ordre du Ministre du Commerce d'Autriche, à l'examen d'un jury d'ingénieurs et constructeurs autrichiens et allemands, qui le déclara pratiquement réalisable. Plus tard, en 1901, le Parlement autrichien ayant voté une loi prescrivant à l'État de construire le canal Danube-Oder, le

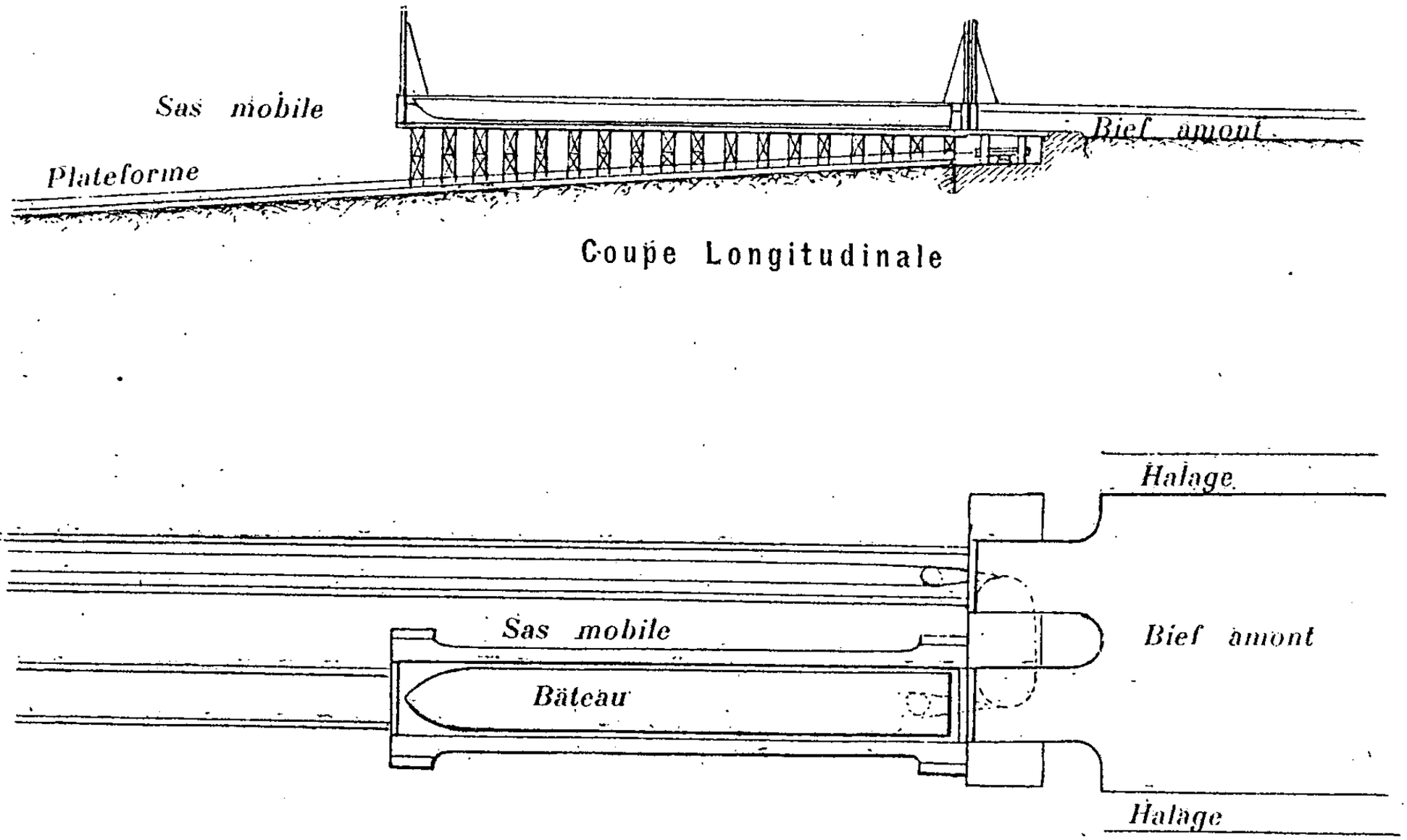


FIG. 1. — Schéma d'un plan incliné.

Gouvernement, qui avait adopté entièrement les dispositions générales de notre projet, voulut connaître le meilleur système, à ce moment, d'élévateur pour bateaux de 700 tonnes, transportés à flot, et fit de cette question l'objet d'un concours international, dont le programme supposait, précisément, la construction d'un des plans inclinés (36 mètres de hauteur) prévus dans notre projet de 1894. Le jury, international, reconnut que, parmi les nombreux et divers appareils soumis à son examen, les élévateurs sur plans inclinés, seuls, pour des hauteurs au-delà de 20 mètres, répondaient pleinement au programme posé, permettant d'aborder des chutes très diverses, avec des dépenses simplement proportionnelles à la hauteur. Il fit une mention spéciale des meilleurs projets et celui d'un Syndicat d'usines de Bohême, dirigé par le Dr Schönbach, Directeur de la *Société de constructions mécaniques (ancienne maison Breitfeld, Danek et Cie), de Prague*, reçut le premier prix de 100.000 couronnes.

Il y a donc, aujourd'hui, des maisons capables de construire ces appareils, et d'en garantir le fonctionnement : ainsi se trouve résolue la question de réalisation pratique des plans inclinés pour bateaux.

***

Comparaison des deux systèmes, à écluses et à plans inclinés, dans la vallée du Rhône. — La disposition du terrain, dans la vallée du Rhône, entre Lyon et Arles, ainsi que les exigences des localités à desservir par voie d'eau, permettent de répartir entre *cinq points*, *au maximum*, la chute totale de 160m,50. On peut donc y tracer un canal avec 5 plans inclinés au plus, de 32 mètres de hauteur moyenne, et 5 biefs seulement, de 54 kilomètres environ de longueur moyenne, au lieu de 31 biefs de 8 kilomètres du canal à écluses. Le premier de ces deux systèmes présente donc aux bateaux plus de six fois moins d'obstacles à franchir que le second, et, par la grande longueur des biefs, rendra la navigation plus facile, plus rapide, plus régulière, et plus économique.

Le canal à plans inclinés coûtera *moins cher de premier établissement*, procurera un *taux du fret des marchandises beaucoup plus faible*, et, grâce à ses facilités d'exploitation, assurera un *développement plus considérable du trafic* que le canal à écluses. C'est ce que je vais établir, en comparant l'application de ces deux systèmes à la vallée du Rhône.

***

Dépenses de construction moins élevées. — La construction de 5 plans inclinés de 32 mètres de hauteur, permettant le passage simultané de deux bateaux, coûtera notamment moins cher que celle de 31 écluses doubles, de 5m,16 de hauteur moyenne.

Le canal à plans inclinés, par son essence même, doit se tenir presque constamment à un niveau plus élevé, au-dessus du fond de la vallée, que

le canal à écluses; ce qui, d'ailleurs, ne l'empêchera pas, grâce à la flexibilité de son tracé, de desservir convenablement les localités importantes de la vallée. Dans les régions où il se développera, les terrains coûteront moins cher; — les souterrains, qui constituent la partie dispendieuse des terrassements, seront moins longs; — les digues nécessaires pour préserver des inondations seront moins nombreuses, et les travaux d'étanchement de la cuvette du canal, moins importants que dans les terrains bas, où l'on est forcé de se tenir avec le canal à écluses. Les routes et les voies ferrées seront plus faciles à éviter, et l'on aura ainsi moins de travaux d'art, et des tranchées moins profondes; les conditions mêmes du tracé rendront plus facile et moins coûteuse la traversée des vallées latérales. Pour toutes ces raisons, la dépense de construction doit s'abaisser dans des proportions importantes.

Cette assertion, d'ailleurs, repose sur un précédent. La dépense de notre projet du canal Danube-Oder, contrôlée avec le plus grand soin par les ingénieurs du Gouvernement Autrichien, s'élevait à 225 millions de francs pour 280 kilomètres, soit environ 800.000 francs par kilomètre, y compris les frais d'émission de l'emprunt prévu, et les intérêts intercalaires, pour une exécution en huit ans. Le prix du canal latéral au Rhône, de même section, avec écluses, est de 1.940.000 francs le kilomètre, non compris les frais d'émission et les intérêts intercalaires. Il est donc plus de deux fois et demi plus élevé. Je sais bien que dans la vallée du Rhône, les conditions sont plus difficiles, en certains points, que dans les vallées de la March et de l'Oder. Ainsi, de Lyon à Givors, la dépense du canal à écluses est évaluée à 84 millions de francs pour 18 kilomètres, ce qui fait près de 4.670.000 francs le kilomètre. Laissons de côté, pour notre comparaison, cette région vraiment exceptionnelle. La partie de Givors à Arles reviendrait alors à 441 millions de francs pour 252^{km},750, c'est-à-dire à 1.745.000 francs le kilomètre, soit encore plus de deux fois le prix (800.000 francs) du kilomètre du canal à plans inclinés Danube-Oder, dont les difficultés, dans la traversée des Sudètes, sont cependant au moins égales à celles de la vallée du Rhône au-dessous de Givors.

De tout cela nous concluons que les études d'un projet de canal à plans inclinés, entre Lyon et Arles, conduiront à un chiffre de dépense bien plus faible que celui du projet de canal à écluses.

***

Abaissement du prix du fret ; augmentation du trafic. — La Commission interministérielle de 1900 évalue à 0 fr. 0075 par tonne kilométrique le prix moyen du fret sur le canal à écluses. En y ajoutant le péage, qu'elle prévoit au maximum de 0 fr. 010, le prix moyen du transport des marchandises serait de 0 fr. 0175 par tonne et par kilomètre. La même Com-

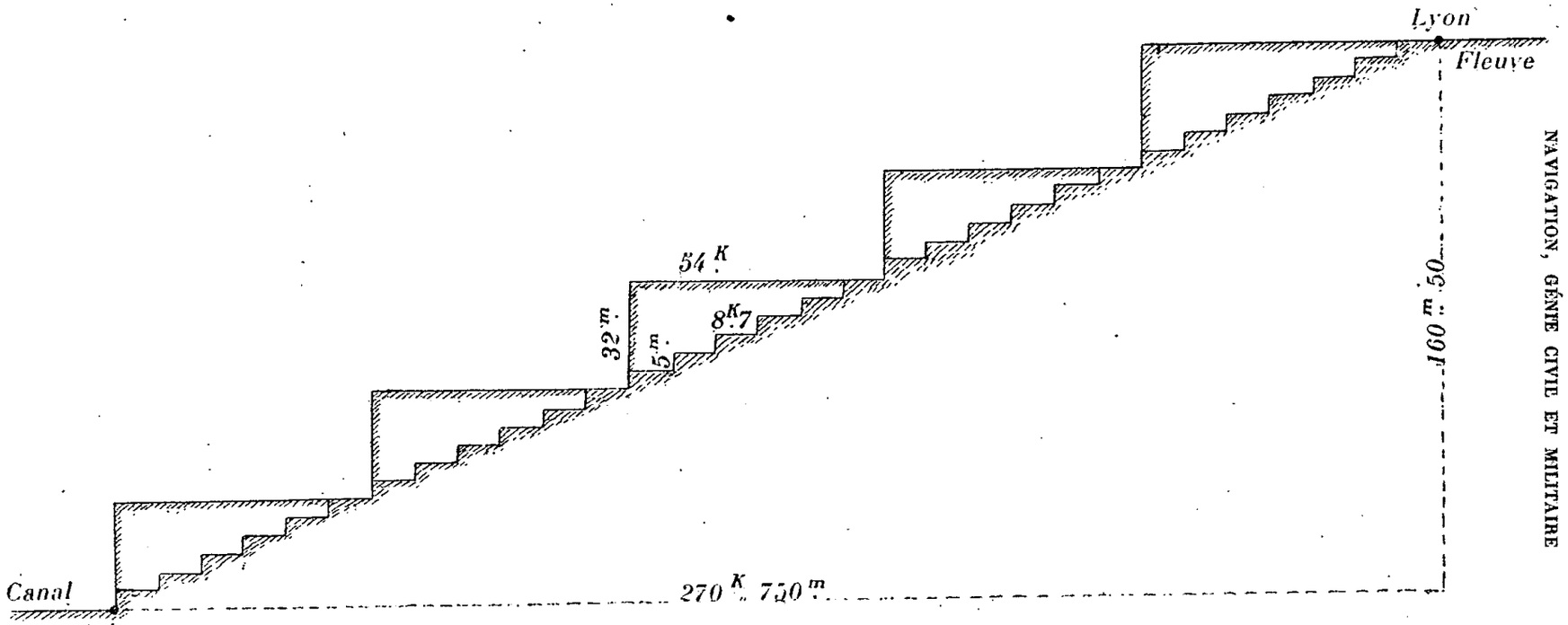


Fig. 2. — Schéma comparatif des profils en long du projet de canal à plans inclinés et du projet de canal à écluses.

mission estime à 102 heures le temps nécessaire au trajet, sur ce canal, de Lyon à Arles.

Les bonnes conditions de navigabilité résultant du système des plans inclinés, permettent de diminuer de plus de moitié ce taux du fret, grâce au petit nombre d'obstacles à franchir, 5 au lieu de 31, et la grande longueur des biefs, qui assurent une marche plus rapide. En effet, le temps nécessaire à un bateau, pour traverser un plan incliné de 32 mètres de hauteur, sur rampe à 6 °/₀, est de 21 minutes, dont 9 minutes pour la descente ou la montée proprement dite. La marche dans les biefs, où l'on peut économiquement organiser une bonne traction électrique, sera de 6 kilomètres à l'heure, en moyenne : la cuvette du canal est établie en conséquence. Cette vitesse, si différente de celle à laquelle nous ont habitués, en France, les canaux à écluses, est aujourd'hui pratiquée journellement, en Amérique, sur le canal Érié. Dans ces conditions, le voyage direct de Lyon à Arles, ou réciproquement, pourra se faire en 47 heures, au lieu des 102 heures qu'exigerait le canal à écluses, soit une économie de 55 heures pour un seul voyage de 270 kilomètres. Le prix du fret étant, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel à la durée du trajet, le fret, sur le canal à plans inclinés, sera, par comparaison avec celui de 0 fr. 0075 du canal à écluses, de $\frac{47 \times 0\,\text{fr.}\,0075}{102}$ ou 0 fr. 0035, c'est-à-dire un peu moins de la moitié.

Avec ce taux du fret, et en admettant pour le transport de la tonne kilométrique le tarif moyen de 0 fr. 0175 prévu, comme il est dit ci-dessus, pour le canal à écluses, il resterait, dans le cas du canal à plans inclinés, un péage de 0 fr. 014 par tonne kilométrique, *pour garantir l'emprunt* représentant la participation du Syndicat des intéressés aux dépenses de construction du canal.

Sur quel trafic peut-on compter dès l'ouverture de la voie navigable, — puis dans l'avenir, — et enfin, quel capital pourrait garantir ce péage ? Il est facile de s'en rendre compte assez approximativement. Ce trafic comprendra : le *trafic intérieur*, le seul à peu près existant aujourd'hui, et *le transit*, qui prendra naissance le jour où les marchandises pourront aller par eau de Marseille à Lyon et dans le centre, le nord et l'est de la France et de l'Europe.

Le trafic par eau, entre Lyon et Arles, a été, en 1905, de 746.000 tonnes effectives et de 82 millions de tonnes kilométriques, ce qui correspond à un transport moyen de la tonne de 110 kilomètres. La création d'un canal à plans inclinés, voie d'eau facile, toujours sûre, permettant des transports réguliers et très économiques (prix *toujours inférieurs à la moitié* de ceux du chemin de fer), doublera certainement ce trafic dès le début, et le portera à 1.500.000 tonnes effectives au moins, dont 500.000 de la région de Saint-Étienne (la Chambre de Commerce, en 1900, évaluait déjà ce chiffre à 834.000 tonnes), ces dernières avec

un transport moyen de la tonne de 200 kilomètres. Le transport moyen du reste du trafic, aujourd'hui de 110 kilomètres, sera relevé pour le moins à 150 kilomètres, ce qui, pour l'ensemble, donne un tonnage kilométrique moyen de . . . . . tonnes kilom. 250.000.000

Quant au tonnage du transit allant directement de Marseille et régions voisines, à Lyon et au delà, on peut l'évaluer à 1 million de tonnes, dès la première année. Qu'est ce chiffre, en effet, quand on songe au nombre considérable d'hectolitres de vins du Midi, qui, par cette voie d'eau si économique, iront trouver dans le centre, le nord et l'est de la France et de l'Europe, les débouchés qu'ils ne peuvent atteindre aujourd'hui, — et aux tonnes de marchandises d'Afrique et d'Orient ou à destination de ces pays, qui, par ce chemin, pourront pénétrer dans ces mêmes régions ou en sortir, grâce à des prix de transport inférieurs de beaucoup plus de moitié à ceux qu'elles paient aujourd'hui par l'Italie et la Suisse ?

Un million de tonnes, au transport moyen de 270 kilomètres, donne 270.000.000

TOTAL . . . . . tonnes-kilom. 520.000.000

C'est donc, pour les 2.500.000 tonnes effectives que, dès son début, recevra le canal à plans inclinés, un tonnage kilométrique de 520 millions de tonnes. En appliquant à ce chiffre le péage de 0 fr. 014, indiqué ci-dessus, on obtient un revenu annuel de 7.280.000 francs, somme plus que suffisante pour garantir, au taux actuel, l'intérêt et l'amortissement, en soixante ans, d'un capital de 180 millions de francs. Avec ce capital, dont l'emprunt serait ainsi des plus faciles à réaliser, les collectivités intéressées pourraient participer, dans les conditions admises jusqu'à ce jour par le Parlement, à la construction d'un canal latéral, dont les dépenses atteindraient jusqu'à 360 millions.

Or, il semble bien improbable que le coût d'un canal à plans inclinés atteigne ce chiffre. Admettons, en effet, que les 18 kilomètres de Lyon à Givors coûtent, avec les plans inclinés, 84 millions de francs comme avec les écluses, ce qui est bien exagéré, et les 20 kilomètres de souterrains au delà, 80 millions de francs, à 4 millions de francs le kilomètre (le tunnel du canal de Marseille à Arles est évalué à 3.870.000 francs le kilomètre), nous aurions 164 millions de francs pour ces 38 kilomètres. Le reste, ou 232 kilomètres, est dans des conditions analogues à celles du canal Danube-Oder, et ne doit pas coûter plus que ce dernier, soit 800.000 francs le kilomètre. Cela ferait, pour ces 232 kilomètres, environ 186 millions de francs, et, pour l'ensemble du plan incliné, 350 millions. Nous arrivons ainsi, par une estimation très large, en nous basant sur les données mêmes du canal à écluses, à une évaluation maxima, pour le canal à plans inclinés, inférieure au chiffre de 360 millions de francs que les revenus minima de l'exploitation nous permettraient d'atteindre.

Le chiffre de 2.500.000 tonnes effectives doit être considéré comme très-modéré, et susceptible d'une rapide augmentation, quand on le compare à celui de certains autres canaux à grand trafic.

Le canal de Saint-Quentin, qui fait partie de la grande voie navigable reliant la Belgique et le nord de la France à Paris, avait, en 1880, un trafic d'environ 2 millions de tonnes, ce qui était alors sa limite de capacité. Les importants travaux d'amélioration poursuivis depuis cette époque, ont eu pour effet de réduire de façon notable la durée du trajet, ainsi que les frais de traction, tout en augmentant la capacité de chargement. Comme conséquence immédiate, le trafic est arrivé à 3 millions de tonnes en 1885, — 4 millions en 1889, — 5 millions en 1894, — 6 millions en 1898. Depuis lors, il oscille autour de ce chiffre, sans augmenter, uniquement parce que la voie d'eau a, depuis 1898, *atteint sa capacité normale de débit*. Si l'on réfléchit que, sur ce canal, où le tonnage a triplé en 18 ans, les bateaux, qui ne peuvent dépasser 350 tonnes, ont à traverser 35 écluses, sur une longueur de 93 kilomètres, font seulement 20 kilomètres en 10 heures, et transportent les marchandises à des prix peu inférieurs à ceux du chemin de fer, on doit reconnaître combien sera considérable le trafic d'un canal latéral au Rhône, construit avec plans inclinés, sur lequel des bateaux, pouvant porter 700 tonnes, n'auront que 5 obstacles à franchir, sur une longueur de 270 kilomètres entre Lyon et Arles, — feront 60 kilomètres en 10 heures, — et dont les prix des transports seront inférieurs à la moitié de ceux du chemin de fer. Ce trafic, que, très modestement, j'estime à 2.500.000 tonnes au début, aura certainement, au bout de 15 à 20 ans, atteint le chiffre de 8 à 10 millions de tonnes, pourvu, bien entendu, qu'on lui donne la facilité de se développer, en créant, dans cette belle vallée du Rhône, grande artère du commerce mondial, une véritable voie moderne de navigation intérieure, permettant des *transports relativement rapides, réguliers, à très-bas prix*, une voie telle, en un mot, que l'on peut la réaliser avec les ressources dont disposent aujourd'hui la science et l'art des constructions.

On pourrait, à propos du canal de Saint-Quentin, objecter qu'il dessert surtout les charbonnages de Belgique et du nord de la France, et que les combustibles minéraux forment une grande partie de son tonnage. C'est vrai. Mais nous aurons dans la vallée du Rhône les houilles du bassin de la Loire, car la construction d'un canal latéral amènera forcément celle d'un canal de Saint-Étienne à Givors. Et d'ailleurs les combustibles de nos houillères du nord et du Pas-de-Calais, qui déjà, aujourd'hui arrivent par voie d'eau à Lyon, sauront, eux aussi, atteindre Marseille, et y lutter victorieusement contre les charbons étrangers. Le transit international, en outre, aura sur le canal une importance considérable, qu'il est loin de pouvoir atteindre sur le canal de Saint-Quentin. L'examen du trafic de ce

dernier est donc tout naturel, pour apprécier ce que pourra être celui du Rhône.

***

Autres avantages du canal à plans inclinés. — Le canal à plans inclinés, avec ses cinq grandes chutes de hauteur moyenne, permettra de créer de l'énergie électrique en quantité plus grande, et avec plus d'économie, que le canal à écluses. La quantité nécessaire à l'éclairage, ainsi qu'aux manœuvres des plans inclinés, pourra, dans ces conditions, être obtenue sans produire de vitesse appréciable dans le canal, ce qui ne pourrait se faire avec un canal à écluses, et ce qui est une des premières conditions pour avoir, sur un canal, une traction *à très-bas prix*.

Le tracé, depuis Saint-Alban, suit la rive gauche du Rhône jusqu'à Arles. Pour desservir la rive droite, le projet de canal à écluses admet des embranchements avec descente au Rhône. Cette solution n'est pas pratique pour les régions où, comme à la hauteur du département de l'Ardèche, par exemple, la pente du fleuve est tellement forte, et son courant tellement rapide, que la traversée sera toujours difficile, parfois dangereuse, et très souvent impossible pour des bateaux construits en vue d'une navigation sur des canaux en eau calme, comme ceux qui feront le service entre Lyon et Arles. Avec ce système, la rive droite serait, en réalité, sans communications assurées avec le canal. Il faut une voie secondaire, passant au-dessus du Rhône et aboutissant à un port de la rive droite. Cette solution, la seule admissible, le canal à plans inclinés, grâce à ses dispositions générales, permet de l'obtenir beaucoup plus facilement et à moins de frais qu'un canal à écluses.

***

Résumé et conclusion. — En résumé :

1° Un canal à plans inclinés, dans la vallée du Rhône, *coûtera beaucoup moins cher à construire* et *assurera un plus bas prix du fret* qu'un canal à écluses ;

2° Il ne consommera pas d'eau, comme avec les écluses, au passage des bateaux ;

3° Il permettra de créer, à très-peu de frais, l'énergie électrique nécessaire à l'éclairage du canal et au fonctionnement de ses appareils ;

4° Il facilitera l'établissement, sans emprunter le lit du fleuve, de communications par eau, toujours assurées, entre les deux rives du Rhône ;

5° Ses longs biefs, le petit nombre des obstacles à franchir, donneront à l'exploitation des facilités, qui permettront plus de *rapidité* et de *régularité* dans les transports qu'un canal à écluses; ce qui, avec le *bas prix du fret*, est le point capital pour le commerce.

Dans ces conditions, le trafic se développera facilement, et atteindra vite des chiffres permettant de supprimer une partie du péage et de diminuer encore, à bref délai, les prix de transport du début, déjà si avantageux. Marseille, dès lors, à la tête d'une aussi belle voie de navigation intérieure, n'aura plus à craindre de concurrence dans la Méditerranée; et Lyon qui, aujourd'hui, avec ses 750.000 tonnes de trafic annuel, arrive péniblement au dixième rang de nos ports de navigation intérieure, verra décupler ses transactions et pourra prendre enfin la place que lui assigne, dans le commerce mondial, sa situation géographique en Europe, le premier rang après le port de Paris.

Enfin, point capital, un canal à plans inclinés, dans la vallée du Rhône, pourra par ses revenus fournir des garanties certaines à l'emprunt que devront réaliser les collectivités intéressées, pour leur participation aux dépenses de construction.

Cette solution, pratique à tous les points de vue, est donc de celles qu'il faut étudier sans retard, et comparer aux autres, de manière à aboutir enfin et ne pas s'éterniser dans le vague des discussions. L'étude de ce projet de canal à plans inclinés doit, pour servir utilement à une comparaison sérieuse, être complète, comme l'a été celle du canal à écluses. Elle exige donc un certain personnel, du temps, et entraînera des dépenses assez importantes, que seuls peuvent supporter ceux qui sont assurés de retirer un profit direct du canal, c'est-à-dire les collectivités intéressées à son exécution.

J'indiquerai dans les conclusions générales, à la fin de ce Mémoire, comment peut être résolue pratiquement la question.

*
* *

Canal de Saint-Étienne. — On ne saurait étudier le canal latéral au Rhône en aval de Lyon, sans parler de la jonction, nécessaire, par une voie navigable, de la région de Saint-Étienne au Rhône.

On n'a, jusqu'à ce jour, traité que la question d'ensemble du canal de la Loire au Rhône, par Roanne, Saint-Étienne et Givors. Les difficultés sont grandes, à cause de la nature du terrain. De Roanne, il faut s'élever à 220 mètres pour sortir de la vallée de la Loire, et descendre ensuite de 337 mètres pour atteindre le Rhône à Givors. L'Administration a fait étudier, il y a déjà quelques années, un projet de canal à écluses, qui fut présenté en 1901 à la Commission des Voies navigables de la Chambre des Députés, et dont la dépense, *à ce moment*, était évaluée à 123 millions de francs *au minimum*, pour une longueur totale de 124 kilomètres. Cette voie d'eau serait utile assurément; mais la section de Saint-Étienne à Givors, seule, est d'une nécessité immédiate incontestable, au point de vue du développement de la navigation dans la vallée du Rhône. Elle est

indispensable, en particulier, pour permettre à cette riche contrée industrielle de recevoir à bas prix ses matières premières, et ouvrir à ses importants produits, par la voie du canal latéral au Rhône, les débouchés que le chemin de fer ne suffit pas à lui assurer, et qui lui sont nécessaires. non-seulement pour prospérer, mais même pour vivre.

Dans le projet à écluses de l'Administration, sur cette section, d'une longueur de 41 kilomètres, le canal franchirait la hauteur de 337 mètres, à l'aide de 39 écluses à chutes variant de 4 mètres à $10^{m},60$. A cause de cette grande dimension des écluses, l'alimentation du canal exigerait des volumes d'eau considérables, et, par suite, la construction d'importants réservoirs, et d'une rigole de 55 kilomètres de longueur. La dépense serait certainement énorme. Je n'en connais pas l'estimation ; mais, en comparant le terrain à celui de la vallée du Rhône, on peut sans exagération admettre, comme moyenne kilométrique, celle du canal à écluses latéral au Rhône, soit au moins 1.940.000 francs. Cela ferait ainsi plus de 80 millions de francs pour les 41 kilomètres de canal à écluses de Saint-Étienne à Givors.

Si, d'un autre côté, l'on observe que, dans une certaine partie, les biefs, sur une distance de 7 kilomètres, auront à peine 500 mètres de longueur moyenne, et que, dans le reste du canal, ils auront seulement 1.100 mètres, on en doit conclure que l'exploitation, très-onéreuse, d'une telle voie, donnerait un prix du fret beaucoup trop élevé, et que le trafic serait forcément limité à un chiffre assez faible, par suite de l'encombrement et des arrêts produits, dans sept biefs successifs de 500 mètres, par des bateaux de 67 mètres de long.

Ici, le système du canal à écluses est à rejeter sans hésitation : le canal à plans inclinés s'impose. Deux plans inclinés, avec deux biefs de 3 kilomètres chacun, suffisent pour franchir les 7 kilomètres difficiles; et les 34 kilomètres restants n'exigeront que 3 plans inclinés, séparés par des biefs d'environ $10^{km},5$ de longueur moyenne. Le fonctionnement du plan incliné n'entraînant aucune consommation d'eau, on supprime ainsi la grosse dépense des réservoirs et de la rigole de 55 kilomètres; et des pompes monteront, à peu de frais, la petite quantité d'eau nécessaire pour parer aux pertes par infiltration et par évaporation, les seules dont on ait à se préoccuper avec ce système. Dans ces conditions, on peut évaluer de 50 à 55 millions de francs environ les dépenses de construction d'un canal à plans inclinés, entre Saint-Étienne et Givors. Le trafic probable de ce canal était déjà évalué, en 1900, à 834.000 tonnes, par la Chambre de Commerce de Saint-Étienne. Les revenus de l'exploitation suffiront certainement à garantir l'intérêt et l'amortissement du capital.

Ici, encore, comme dans la vallée du Rhône, il faut que les intéressés prennent l'initiative de faire établir un avant-projet complet et détaillé

d'un canal à plans inclinés de Saint-Étienne à Givors. S'ils attendent que l'Administration tranche elle-même cette question préliminaire, ils risquent fort d'en attendre indéfiniment la solution.

*
* *

II. — Canal latéral en amont de Lyon.

Il ne suffit pas de relier Marseille à Lyon par un canal latéral, pour nous ramener les courants commerciaux que vont développer, entre l'Italie, la Suisse et l'Allemagne, l'achèvement de la percée des Alpes et la création projetée de voies d'eau en Suisse : il faut encore rattacher Lyon à Genève, par une voie navigable nous permettant de pénétrer économiquement jusqu'au cœur de l'Europe Centrale.

Entre Lyon et Genève, les fortes pentes du Rhône le rendent tout à fait impropre à la navigation. L'usine de Jonage a, par son canal de dérivation, créé près de Lyon, un bief de navigation de 18 kilomètres, qui permet aux bateaux de l'emprunter en tout temps. A l'autre extrémité, vers la frontière, MM. Blondel, Harlé et Mähl ont formé le magnifique projet, dont la réalisation paraît certaine à brève échéance, de créer à Génissiat, un peu en aval de Bellegarde, une usine de force motrice, à l'aide d'un grand barrage, au delà duquel se formera un bief navigable, de 23 kilomètres, qui, avec quelques travaux à effectuer en Suisse, permettra aux bateaux d'arriver à Genève. La chute, d'environ 70 mètres, doit être franchie par un élévateur à bateaux, que je propose de construire sur plans inclinés. Reste à assurer la navigation entre Génissiat et le canal de Jonage, sur une longueur d'environ 135 kilomètres, suivant le cours du fleuve.

Il serait imprudent de compter pour cela sur la création, entre ces deux points, de nouvelles usines hydro-électriques dont les canaux de dérivation constitueraient un canal mixte. Le prix du fret, sur un tel canal, risquerait d'être fort élevé, à cause, notamment, de la vitesse de l'eau, qu'il sera bien difficile de maintenir au-dessous de 60 à 70 centimètres dans ces biefs. Or, le but essentiel de la création d'une voie d'eau est d'obtenir, dans de bonnes conditions de rapidité et de régularité, le transport des marchandises à un prix très-réduit, qui doit être, en moyenne, inférieur au moins à la moitié du prix correspondant de la voie ferrée. Risquer de compromettre ce résultat, pour réduire un peu les dépenses de premier établissement, serait un bien mauvais calcul. A quoi bon un outil bon marché, si l'on ne peut s'en servir comme il faudrait, et en retirer des profits réels?

La vraie solution est donc, ici encore, la construction d'un canal latéral. Le système à plans inclinés est tout indiqué, par la forme même et les pentes du terrain. Le tracé, que rien n'oblige à suivre exactement le cours

du fleuve, pourrait, tout en desservant les localités importantes, être dirigé de façon à réduire notablement les 135 kilomètres entre Génissiat et Jonage. Deux plans inclinés suffiraient entre ces deux points. La dépense de construction serait certainement assez peu élevée, pour que les produits du péage puissent assurer l'intérêt et l'amortissement du capital engagé dans l'affaire.

L'étude de ce projet devrait être entreprise par les collectivités intéressées, qui sans doute trouveraient un appui efficace dans la Chambre de Commerce française de Genève, laquelle depuis longtemps s'occupe, avec un dévouement infatigable, de cette importante question de la navigation entre Lyon et Genève.

*
* *

Conclusion générale.

Je crois avoir établi, de façon certaine, qu'il est possible de construire, dans la vallée du Rhône, un canal latéral, exclusivement de navigation, sur lequel on pourra faire payer des prix de transport inférieurs au moins à la moitié de ceux du chemin de fer, et dont la dépense de premier établissement sera assez faible, le trafic assez important, et l'exploitation assez rémunératrice, pour obtenir, dès le début, des revenus suffisant à garantir l'intérêt et l'amortissement de l'emprunt que devront réaliser les intéressés, pour leur participation à cette grande œuvre. La solution existe donc. Pour la fixer enfin de façon définitive, il faut établir un avant-projet complet du canal à plans inclinés, le comparer aux autres projets possibles, que d'ailleurs l'on possède déjà, et choisir le meilleur, celui qui répondra le mieux aux conditions indiquées ci-dessus, et que réclament le commerce et l'industrie.

Ce travail ne peut être fait utilement que par un Comité d'études spécial, émanation directe de toutes les collectivités intéressées à l'utilisation du Rhône, et qui aurait pour mission de rechercher et d'appliquer sans retard les moyens pratiques de réaliser rapidement la construction d'un canal latéral au Rhône, d'Arles à Lyon et Genève, avec embranchement de Saint-Étienne à Givors, et d'étudier l'utilisation complète du Rhône, par l'organisation d'irrigations, et la création d'énergie électrique. Ce Comité du Rhône, devrait, pour faire de bonne besogne, comprendre au plus dix à douze membres, choisis d'après leurs connaissances et leurs aptitudes spéciales, et désignés par : les Chambres de Commerce intéressées à la navigation dans les vallées du Rhône, de la Saône et du Doubs, — l'Algérie, — les villes de Lyon et Marseille, — et enfin, les Fédérations du Midi qui s'occupent spécialement des irrigations et de la production de forces hydro-électriques.

Il se trouvera sans doute, je veux le croire, dans le haut commerce ou la grande industrie, un homme actif, énergique, assez dévoué à son pays

pour prendre l'initiative de la formation de ce *Comité du Rhône* sans lequel on ne fera rien de sérieux. C'est le seul moyen, non seulement d'aboutir vite, mais encore de jamais aboutir.

M. René TAVERNIER

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

UTILISATIONS DU RHONE

— 4 août —

SOMMAIRE

§ I. — Exposé. — Coup d'œil rétrospectif.
§ II. — Les utilisations du Rhône (navigation, irrigation, industrie).
§ III. — Conclusions.

§ I. — Exposé. — Coup d'oeil rétrospectif.

Si l'on considère les utilisations diverses auxquelles se prête le Rhône, on peut dire que, chaque jour, les questions qu'elles soulèvent prennent des aspects inattendus.

Le problème de son aménagement « intégral » n'est pas résolu, ni près de l'être; mais le seul fait qu'il soit aujourd'hui posé est un signe suffisamment caractéristique de l'époque actuelle.

Avec les programmes d'ensemble visant, soit l'amélioration du Rhône navigable, soit la création de grands canaux d'irrigation, et surtout avec les installations hydro-électriques dont Jonage a été le premier type, s'ouvre véritablement une ère nouvelle.

On n'est pas près de s'entendre sur la meilleure manière d'utiliser le Rhône, ni surtout d'avoir groupé les capitaux nécessaires à la réalisation d'un programme général d'amélioration qui aille de la mer à Lyon et même à Genève. Mais cependant, plus que jamais, les vues d'ensemble sont nécessaires pour faire rentrer harmoniquement dans un même cadre ces vastes entreprises qui veulent aujourd'hui, d'un seul coup, mettre en valeur des tronçons importants du fleuve.

Rappelons les principales étapes des grandes transformations modernes.

C'est d'abord l'initiative lyonnaise qui mène à bien, vers le milieu du siècle dernier, la double entreprise du canal et du Port-Saint-Louis. Le Rhône était désormais raccordé à la mer ; sa barre était tournée.

Aujourd'hui, l'initiative marseillaise entreprend un canal grandiose qui

ne doit pas coûter moins de 71 millions, pour rattacher le Rhône au grand port méditerranéen.

En même temps que le canal de Marseille, celui beaucoup moins coûteux de Cette va s'exécuter aussi, de telle sorte que les bateliers du Rhône auront à leur disposition, dans quelques années, trois ports qui remplaceront avantageusement ceux d'Arles et d'Aigues-Mortes utilisés au moyen âge.

En aval de Lyon, il était réservé à M. Girardon, en coordonnant les efforts de ses prédécesseurs, de créer une méthode d'amélioration continue du fleuve, partout admirée et suivie, venant fixer, après de nombreux tâtonnements, l'art de l'ingénieur hydraulicien.

Par un revirement soudain, les pentes excessives du Rhône, qui étaient jusqu'ici une cause d'infériorité, deviennent son principal élément de richesse, celui sur lequel on doit le plus légitimement compter pour l'aménagement de certains tronçons.

A Lyon même, le canal industriel de Jonage offre à la navigation un superbe bief de 18 kilomètres, le plus beau de toute la vallée et le seul qui n'ait rien coûté aux finances publiques.

A la frontière suisse, on projette un aménagement plus grandiose encore (*) qui transformera le tronçon le plus innavigable du Rhône, de la frontière à Génissiat, en un second bief également magnifique de 23 kilomètres de longueur. Sans doute, ne s'agit-il là que d'un projet. Mais les forces du haut Rhône ont une telle valeur, elles ont été l'objet de compétitions si vives, qu'on ne saurait considérer comme bien éloignée l'heure de la réalisation.

L'idée, jadis préconisée par M. Vallée, de rattacher le lac de Genève aux voies navigables de France, vient à son heure, au moment où l'on se préoccupe sérieusement (**) en Suisse d'ouvrir à la batellerie du Rhin l'accès du lac de Constance et même, par le lac de Neufchâtel, celui du Léman.

Je passerai successivement en revue, en m'en tenant au point de vue économique, les diverses utilisations dont la richesse hydraulique du Rhône est susceptible : l'irrigation, la navigation, la création de forces motrices.

§ II. — Les Utilisations du Rhone.

Rhône agricole. — Le seul canal d'arrosage dérivé du Rhône présentant quelque importance est le canal de Pierrelatte. Sa portée autorisée est de 8 mètres cubes et son périmètre arrosable, de 20.000 hectares ; mais

(*) *Projet d'utilisation des forces motrices du Rhône,* dressé par MM. Blondel, Harlé et Mahl, présenté par M. Harlé, Paris, 1906-1907.

(**) *Importance de la Suisse comme centre du développement des voies navigables de l'Europe Centrale* par Rud. Gelpke, ingénieur à Bâle, imprimerie Atar, Corraterie, 12, Genève, 1907.

comme, en réalité, on n'a pas trouvé de propriétaires s'engageant à payer la taxe de 50 francs par hectare pour une surface supérieure à 1.500 hectares, le canal n'emprunte au Rhône, à raison de un litre à la seconde par hectare irrigué, qu'un débit de un mètre cube et demi. C'est un véritable insuccès économique.

Il n'est d'ailleurs pas le seul. Tous les autres grands canaux modernes établis dans le bassin du Rhône et dérivant l'eau de ses principaux affluents, sont dans une situation analogue. Je citerai, notamment, non loin du canal de Pierrelatte, le canal de la Bourne qui ne dérive, lui aussi, qu'un mètre cube et demi, n'utilisant qu'une faible partie de sa dotation qui est de 7 mètres cubes. Dans le bassin de la Durance, les canaux de Gap, de Ventavon et bien d'autres encore ont donné lieu à de graves mécomptes.

Par contre, les vieux canaux de la basse Durance ne suffisent plus à alimenter les territoires qui se disputent leurs eaux. Chaque année, ils enlèvent à la Durance la totalité de son débit d'étiage à peu près égal à 70 mètres cubes à la seconde.

Ces inégalités si accusées dans la réussite, dues pour une part à des circonstances particulières malheureuses, trouvent leur explication générale dans certaines causes d'infériorité inhérentes au mode d'exploitation des grands canaux. Le périmètre dominé limite étroitement leur clientèle. La pratique de l'arrosage, substituant la culture intensive à la culture extensive, exige des transformations coûteuses et lentes. Les propriétaires qui ne peuvent y faire face assez promptement sont ruinés par l'eau qui devait les enrichir. Dans quelques pays pauvres tels que la région de Gap, il est arrivé que les taxes d'arrosage, perçues sous une forme anti-commerciale, en vertu d'engagements intangibles souscrits pour quarante ou cinquante ans, ont grevé si lourdement certains fonds que ceux-ci ont réellement perdu une partie de leur valeur.

Malgré cet insuccès, — momentané faut-il espérer, — des grands canaux modernes, il reste exact de dire (les cultures de la basse Durance en sont un exemple magnifique) que l'eau est en agriculture, toutes les fois qu'on a les moyens de la bien utiliser et que les conditions du climat et du sol s'y prêtent, le plus actif stimulant de la production.

La cause d'insuccès que je viens de signaler disparaît si l'on fait de l'irrigation par des *pompages*. Ce système n'a rien de bien nouveau. On a songé bien souvent, pour le Rhône notamment, à remplacer des têtes mortes très longues par des machines élévatoires, et toujours la solution a été reconnue trop coûteuse, inapplicable aux grandes entreprises. Mais l'emploi de l'énergie hydro-électrique change aujourd'hui les conditions du problème.

Et je ne puis mieux faire sentir l'économie de cette solution nouvelle

qu'en faisant connaître l'aboutissement final des projets de grands canaux dérivés du Rhône, projets Dumont, projets Chambrelent, qui ont si vivement et depuis si longtemps préoccupé l'opinion publique.

A la suite de nombreux remaniements, le programme définitivement adopté en 1897 consistait à exécuter trois dérivations indépendantes :

1° Une dérivation de rive gauche, empruntant 12 mètres cubes à l'Isère, près de Romans ;

2° Une dérivation de rive droite, empruntant 23 mètres cubes au Rhône, à Cornas.

3° Une dérivation inférieure de rive droite, empruntant 12 mètres cubes au Rhône en aval du confluent de la Cèze, vers l'Ardoise.

La dépense prévue se chiffrait ainsi :

1° Canal de rive gauche	30 millions.
2° Canal de rive droite jusqu'à Nimes	85 —
— — au delà de Nimes.	43 —
3° Canal de la Cèze	30 —
ENSEMBLE.	188 millions.

L'exécution devait être entreprise dès que le total des souscriptions recueillies aurait atteint 5 mètres cubes et demi pour le canal de rive gauche, 19 mètres cubes pour le canal entier de rive droite, 5 mètres cubes et demi pour le canal de la Cèze.

Cette vaste entreprise a eu d'ardents apôtres : elle a paru particulièrement séduisante au moment où le Midi réclamait de l'eau, non seulement en été pour les irrigations de cultures, mais encore en hiver pour les submersions de vignes ; mais, malgré beaucoup de tentatives, aucune combinaison financière n'a paru offrir les garanties suffisantes pour qu'on pût à aucun moment entreprendre l'exécution de ce vaste programme.

Aujourd'hui les conditions sont bien changées.

Le Département de l'Agriculture déclare qu'il n'est guère raisonnable de songer à entreprendre de nouveaux canaux dans la vallée du Rhône tant qu'on n'utilisera pas plus complètement les canaux déjà construits. Il redoute les conséquences d'un nouvel insuccès amplifié dans des proportions considérables. D'autre part, la récente crise viticole a fait sentir plus que jamais la nécessité de substituer la polyculture à la monoculture de la vigne. Si l'on déverse l'eau du Rhône dans les plaines de Nîmes, ce ne sera pas, comme il y a dix ans, pour favoriser la pratique des submersions ; bien au contraire, on cherchera à développer tous les arrosages, sauf celui de la vigne.

Et voici la combinaison qui paraît, à l'heure actuelle, rallier les suffrages.

L'eau du Rhône serait pompée le plus près possible des régions à irriguer, c'est-à-dire à un endroit où elle est manifestement surabondante, au moyen de l'énergie hydro-électrique de la basse Durance transportée à 100 kilomètres. Les têtes mortes très couteuses seraient supprimées. La dépense de premier établissement serait réduite. Les pompages seraient exactement proportionnés aux besoins.

On a quelques raisons de se laisser séduire par une solution qui a, par dessus tout, le mérite de pouvoir être essayée sur une petite échelle sans absorber, au début, des capitaux considérables.

Le département de l'Agriculture s'y montre favorable, renonçant pour le moment à poursuivre l'exécution du projet Chambrelent.

Rhône navigable. — Le rôle économique du Rhône dans l'organisation générale des transports est tellement restreint, par rapport à ce qu'il devait être, que c'est un sujet d'étonnement, on peut le dire, universel. J'ajouterais même que cet étonnement se manifeste au loin plus vivement encore que sur les bords du fleuve.

C'est dans un rapport d'ensemble sur les voies navigables de France, récemment présenté à la Chambre de Commerce d'Orléans par M. Arnodin, que je trouve défini de la façon la plus vive, le rôle que devraient jouer Lyon et le Rhône dans l'organisation des transports.

Faisant allusion aux projets suisses, dont je vous disais un mot en commençant, M. Arnodin ajoute que cependant

> Le nœud navigable de l'Europe Centrale est Lyon et non pas Bâle; la grande voie internationale d'eau douce faisant suite au canal maritime de Suez pour gagner le nord de l'Europe est; Marseille, Lyon, Paris, Rouen, Le Havre; celle pour gagner l'Atlantique : Marseille, Lyon, Saint-Étienne, Roanne, Orléans, Nantes, Saint-Nazaire et, plus au sud, Marseille, Beaucaire, Toulouse, Bordeaux.

Que faudrait-il faire? Il faudrait, c'est toujours M. Arnodin qui parle, en Français envisageant l'intérêt général du pays et s'occupant de l'ensemble des voies navigables de la France :

> Il faudrait, premièrement, se hâter d'ouvrir le canal latéral du Rhône, y compris le raccordement de Marseille au Rhône, actuellement en construction ; car le tronc principal qui empêche le corps entier d'être viable est le Rhône sur lequel ne peut s'effectuer malheureusement qu'une navigation précaire.

Sur cette question du Rhône navigable, deux courants d'opinion bien tranchés se sont manifestés :

Les uns croient, avec M. Arnodin, qu'il n'y a rien à faire du Rhône actuel, du Rhône amélioré, autant qu'il était possible de l'espérer, par les travaux si réussis de M. Girardon. A ceux qui pensent ainsi, le dévelop-

pement insignifiant du tonnage transporté par le Rhône fournit le meilleur des arguments : l'argument de fait (*).

Les autres, sans nier aucunement la supériorité d'un canal sur un cours d'eau aussi impétueux que le Rhône, s'inquiètent surtout des possibilités financières et voudraient qu'on cherchât à tirer un meilleur parti de l'outil avant de le mettre au rebut. Ces derniers ne manquent pas, non plus de bonnes raisons. Le Rhône, dépourvu de ports et de moyens de traction publics, n'est pas, en réalité, ouvert à la batellerie générale. Le développement de son trafic est limité par la lenteur avec laquelle la seule Compagnie naviguant sur le Rhône, augmente sa flotte et ses installations. D'autre part, la voie navigable Rhône-Saône, artère unique de Saint-Louis à Chalon, est isolée par la politique de la Compagnie P.-L.-M. des sources de trafic qui ne sont pas situées sur ses bords. Faute de raccordements avec les voies ferrées, elle ne dessert ni les bassins houillers de la région, ni les industries métallurgiques de Saint-Étienne, ni les industries de houille blanche qui se multiplient dans les Alpes. Si l'on parvient à faire du Rhône une voie réellement ouverte à tous, en y créant des ports publics raccordés, et des services publics de traction, on peut espérer que le trafic se développera sur le Rhône comme il s'est développé sur les fleuves allemands dont les conditions de navigabilité ne sont pas supérieures.

Ces idées opposées se sont heurtées avec éclat au Congrès des Chambres de Commerce qui s'est tenu à Lyon en 1899 ; en présence des ardeurs des représentants du Midi soulevé contre le Rhône « navigable », accusé de faire du tort au Rhône « agricole », il a confié le soin de concilier ces vues contradictoires à l'Office des transports dont on décidait la création.

Voici sur quelles bases l'Office, s'acquittant de son mandat, s'est efforcé de faire concorder les efforts des Chambres de Commerce du Sud-Est.

Aux partisans impatients du canal latéral, il a rappelé la grandeur de l'œuvre, le temps nécessaire pour dégager, par des études complexes, la meilleure solution, les délais plus longs encore indispensables pour mettre sur pied les combinaisons financières. Il est sage, en attendant, de ne pas

(*) Le développement du tonnage du Rhône est caractérisé par les chiffres qui suivent :

Années	Tonnage moyen du Rhône ramené à la distance entière. (entre Lyon et Arles)	Tonnage kilométrique total de l'ensemble du réseau navigable. (en millions de tonnes)
1883	218.378 tonnes	2.883
1903	310.708 —	4.955
1906	249.031 —	5.102

Trafic des deux lignes P.-L.-M. riveraines du Rhône entre Lyon et Arles (en 1904).
Tonnage moyen à distance entière :

Ligne de rive gauche	2.389.127 tonnes.
— de rive droite, Givors à Lavoulte	1.893.521 —
TOTAL	4.282.648 tonnes

abandonner un moyen de transport qui, tel qu'il est, rend des services directs et indirects. Plus on développera le trafic du Rhône en améliorant les raccordements, en créant des ports publics et des services publics de traction, et plus on aura une base financière solide pour l'établissement d'une voie navigable plus parfaite.

Aux esprits enclins à s'attarder dans le *statu quo*, il a signalé les circonstances nouvelles qui donnent aux études à entreprendre un intérêt particulier. On ne saurait étudier avec trop de soin, ni trop à l'avance, si coûteuses et si difficiles à réaliser qu'elles paraissent, des solutions rationnelles qui permettent d'utiliser le Rhône plus complètement pour la navigation et pour d'autres objets en même temps.

Poursuivre avec activité, en se plaçant à tous les points de vue utiles et faisant appel à tous les concours, l'étude d'un canal latéral ; — tirer, en attendant, le meilleur parti possible du Rhône amélioré, tels étaient les deux articles du programme qui a rallié les Chambres de Commerce du Sud-Est et dirigé leur action.

Les Conseils généraux des départements riverains du Rhône ont constitué, de leur côté, une commission interdépartementale qui, sous la présidence de M. le sénateur Gourju, s'est livrée à une vaste enquête et a réclamé à l'État, d'accord avec les Chambres de Commerce, l'étude d'un canal latéral.

Cette étude, entreprise par M. Girardon, vient d'être achevée par son successeur, M. l'ingénieur en chef Armand. Les résultats viennent d'en être communiqués à la Chambre de Commerce de Lyon.

Le tracé et les autres éléments du projet étaient étroitement fixés par les travaux préliminaires d'une Commission interministérielle dite de l'aménagement du Rhône, dont les conclusions appuyées par un rapport de M. l'inspecteur général Barlatier de Mas, étaient les suivantes :

a) Il y a lieu d'écarter l'idée de toute solution comportant un *canal mixte* destiné à desservir simultanément les intérêts de la navigation, de l'agriculture et de l'industrie, chacun de ces intérêts doit être envisagé séparément.

b) En ce qui concerne la navigation, il convient :

1° De terminer au plus vite la régularisation du Rhône ;

2° De réaliser le plus tôt possible la jonction du fleuve avec Marseille et avec Cette;

3° De faire étudier, sans plus attendre, les mesures qui pourraient être prises pour permettre l'accès au Rhône du trafic des vallées transversales et notamment pour rendre effectifs les raccordements des voies ferrées avec la voie fluviale ;

4° De faire dresser, en temps utile, suivant la direction générale indiquée par la Commission, l'avant-projet régulier d'un canal latéral à grande section spéciale à la navigation entre Lyon et Arles.

Pour l'étude du canal latéral, la Commission, entrant dans les détails, préconisait, d'autre part, un type de grande section comportant nomalement

19m50 de largeur au plafond, et 2m50 de tirant d'eau. Les écluses, égales à celles projetées sur le canal du Rhône à Cette, devaient avoir 80 mètres sur 12 mètres.

Le tracé devait suivre la rive droite à partir de Lyon, d'abord pour se raccorder à Givors avec le canal projeté de Saint-Étienne, et ensuite, pour éviter la traversée difficile de Vienne. C'est au droit de Saint-Alban que le tracé devait traverser le Rhône par un pont-canal pour suivre la rive gauche jusqu'à Arles où il rejoignait le canal en construction de Marseille au Rhône.

Voici quelles sont les dispositions essentielles du projet :

La dénivellation totale qui est de 160m50 est rachetée par 31 écluses dont les chutes varient de 2 mètres à 7 mètres, avec une moyenne de 5m16.

La longueur totale du tracé principal est de 270 km 750, non compris l'embranchement de Lafarge et les rigoles d'alimentation. Les souterrains ont, dans l'ensemble, une longueur de 20 km 65. Le grand souterrain de Donzère, qui est à voie unique, a 4.560 mètres de longueur.

La dépense totale s'élève à 505.850.000 francs, soit environ 1.870.000 francs par kilomètre. Certaines sections, particulièrement difficiles, telles que celle de Lyon à Givors, entraînent une dépense kilométrique bien plus élevée.

Ces chiffres paraissent, au premier abord, de nature à ébranler la confiance la plus robuste dans l'avenir financier du canal latéral au Rhône.

Suivant la formule actuellement consacrée par le Parlement, l'État demande aux intéressés, représentés principalement par les Chambres de Commerce, un concours de moitié dans la dépense, sauf à autoriser la perception de péages à l'aide desquels on puisse amortir les fonds de concours. — Il faudrait dans le cas actuel que les taxes de péage produisissent annuellement 12.500.000 francs pour permettre d'amortir au taux de 5 0/0 une contribution de 250 millions. — Or, en appliquant la taxe de péage, prévue à 0 fr., 006 par tonne kilométrique au tonnage espéré par les ingénieurs, on ne peut guère en évaluer le produit qu'à 2.600.000 francs : on est loin de compte.

Je suis convaincu pourtant qu'il ne faut pas se laisser décourager par cette situation, et qu'on doit, au contraire, y puiser un motif de poursuivre la réalisation du programme que j'exposais tout à l'heure.

Il est bien clair, tout d'abord, que le résultat déjà obtenu par les ingénieurs de la navigation n'est pas fait pour faire abandonner la partie de ce programme qui consiste à utiliser le mieux possible le Rhône, tel qu'il est.

Sans se lasser, on doit poursuivre l'établissement des ports publics qui constituent l'élément primordial d'une navigation plus active pour arriver,

après tant d'efforts jusqu'ici stériles, à faire de Lyon le grand port de navigation intérieure qu'il devait être. La Saône, voie navigable de premier ordre, permet d'y faire affluer par les canaux du Centre, de Bourgogne, de la Marne, de l'Est et du Rhin, la batellerie de la France, de la Belgique et de l'Allemagne. Il suffirait, pour l'y attirer, de créer les installations qui lui manquent et de lui procurer du fret de retour par de bons raccordements avec les voies ferrées.

Lyon, devenu grand port de navigation intérieure, et Marseille, grand port de mer rattaché au Rhône, quels points d'appui solides pour assurer, d'Arles à Lyon, sous la poussée du trafic, la continuité des transports par eau !

Donc, la partie du programme qui concerne la meilleure utilisation du Rhône *tel qu'il est*, doit plus que jamais être poursuivie avec ardeur. Mais je ne voudrais pas, c'est le point sur lequel je veux maintenant insister, qu'on conclût à l'abandon de l'autre partie du programme qui vise des transformations plus radicales.

Le projet de canal latéral, dressé par le service de la navigation, ne doit pas, en effet, être considéré comme clôturant la période des études. Il l'inaugure plutôt : c'est le point de départ solide de toute une série de recherches complémentaires qui restent à entreprendre. Je ne prétends aucunement, en parlant ainsi, faire la critique de la façon dont les ingénieurs de la navigation ont rempli leur tâche. Je tiens pour définitifs, hors de discussion, les résultats auxquels ils sont arrivés, dans la limite du programme qui leur était tracé, à la suite d'un labeur consciencieux qui ne laisse rien à l'imprévu. — Ne nous étonnons pas de voir enfler les dépenses à chaque évaluation nouvelle plus approfondie. C'est pour n'avoir pas poussé assez loin les études préparatoires que l'exécution des grands canaux a donné lieu à des dépassements considérables dont les entreprises industrielles n'ont pas été exemptes plus que les entreprises d'État. — Je constate simplement que le programme des ingénieurs de la navigation était extrêmement étroit, beaucoup trop étroit si l'on observe qu'un problème de l'envergure de celui qui se pose comporte quantité de solutions variées qui méritent d'être comparées entre elles.

Les procédés de la construction moderne se perfectionnent tous les jours. L'emploi du béton armé permet notamment de réaliser, en matière de travaux hydrauliques, des conceptions nouvelles. En Italie, M. l'ingénieur Caminade vient d'appliquer à l'étude d'un canal gigantesque, reliant Gênes au lac de Constance par les Apennins et les Alpes, des idées originales qu'un critique autorisé, M. le sénateur Colombo, n'a pas craint de qualifier de géniales. On cherche partout également à allonger les biefs en augmentant la hauteur des écluses et même à leur substituer d'autres systèmes pour franchir de plus grandes différences de niveau. Sur ces

divers points, des constructeurs spécialistes peuvent apporter des propositions intéressantes.

On a vu plus haut que la Commission interministérielle de 1901 avait systématiquement écarté les solutions « mixtes ».

Mais, sur ce point, il s'est produit, depuis 1901, en raison des progrès rapides de l'utilisation de la houille blanche, des faits nouveaux suffisants pour qu'il soit permis de reviser ce jugement.

Au point de vue *agricole*, je vous disais tout-à-l'heure que le système de pompages était aujourd'hui préconisé par les ingénieurs ressortissant du Ministère de l'Agriculture.

Au point de vue *industriel*, les vues de la Commission, qui signalait les graves mécomptes auxquels on s'exposerait « en créant des forces motrices à l'avance, en vue de besoins mal définis », ont été « complétées » au deuxième Congrès des Travaux publics d'accord avec le rapporteur même de cette Commission, M. l'inspecteur général Barlatier de Mas, dont l'autorité est si grande en la matière. Le Congrès a adopté un vœu que je demande la permission de vous citer (séance du 10 février 1903) :

LE CONGRÈS :

I. — En ce qui concerne la *navigation proprement dite*, prenant acte des conclusions de la Commission interministérielle de l'aménagement du Rhône (exposées ci-dessus),

Se rallie entièrement à ces conclusions, sous cette réserve que l'étude de l'avant-projet d'un canal à grande section, spécial à la navigation, soit entreprise de suite par l'Administration et poursuivie avec activité, étant donnée l'importance que paraît appelée à prendre la grande artère du Rhône, seul lien du réseau des voies navigables de France, de la Belgique et de l'Allemagne avec les ports de la Méditerranée et le canal du Midi;

II. — En ce qui concerne les *utilisations industrielles ou agricoles*, si vivement désirées par les populations intéressées, utilisations auxquelles pourraient se prêter des forces motrices aménagées sur un canal mixte du type de Jonage et en tant que les recettes accessoires provenant des forces peuvent faciliter l'établissement d'un canal de navigation;

Considérant qu'il ressort des études mêmes de la Commission interministérielle et de ses conclusions, que l'initiative privée, qui a créé Jonage, est mieux à même que l'Administration d'étudier ce côté de la question, mais qu'il convient que l'Administration lui en fournisse les moyens;

Émet le vœu que les Sociétés d'études, telles que celles provoquées par la réunion des onze Conseils généraux de la vallée du Rhône, soient encouragées par l'Administration; qu'elles reçoivent communication de tous les documents, levés de plans, nivellements de terrains et avant-projets dressés spécialement en vue de la navigation, de façon à permettre à l'industrie privée d'étudier et de proposer, s'il y a lieu, pour certains tronçons, des solutions mixtes, en basant le concours financier à solliciter de l'État sur la comparaison de canaux mixtes, du type Jonage, avec le canal spécial à la navigation étudié par l'Administration.

La première partie du programme d'études contenu dans le vœu se trouve aujourd'hui remplie. Un projet vient d'être dressé n'envisageant que les seuls intérêts de la navigation. C'est maintenant à l'initiative privée à se mettre à l'œuvre avec l'encouragement et l'appui des Conseils généraux et des Chambres de Commerce.

Chacun doit apporter au débat, très loyalement, les renseignements qu'il est plus particulièrement en situation de fournir. Il y a plus de dix ans que j'observe l'évolution singulièrement rapide des industries de houille blanche. Et je dois constater qu'ayant prévu cette évolution avec un certain optimisme, les faits ont cependant dépassé mon attente.

Rhône industriel. — Il est bien clair que la pente totale d'un cours d'eau ne peut, en aucun cas, être complètement aménagée. Il faut donner aux longues dérivations qui amènent l'eau à l'usine une certaine pente qui constitue une perte de chute. La pente de la dérivation de Jonage est, par exemple, de 10 centimètres par kilomètre, tandis que celle du Rhône, au droit de la dérivation, est de 70 centimètres par kilomètre. La perte « hydraulique », qui est ici de 1/7^{e}, est indépendante des pertes mécaniques dues aux tuyaux et aux turbines

D'autre part, les pentes réelles des divers tronçons du Rhône varient dans des limites étendues au-dessus ou au-dessous de la pente moyenne générale. Leur valeur industrielle est donc fort inégale. Et si l'on aménage d'abord les meilleures, les autres risquent d'être délaissées.

Tous autres éléments étant égaux, on peut dire que la longueur, et par conséquent le coût d'une dérivation permettant de créer une chute de hauteur donnée, varie en raison inverse de la pente du cours d'eau, défalcation faite de la pente de dérivation elle-même.

Par exemple, pour créer une chute de 20 mètres de hauteur, à l'aide d'une dérivation ayant une pente de 10 centimètres par kilomètre, suivant que le tronçon du cours d'eau aura une pente, par kilomètre, de 50 centimètres, de 1 mètre ou de 3 mètres, la dérivation aura une longueur de 50, de 22 ou de 7 kilomètres.

Et ces chiffres peuvent servir à comparer le coût des dérivations si l'on suppose que les conditions d'établissement soient les mêmes sur les divers tronçons.

Je n'ai pas besoin de faire observer qu'en réalité les conditions d'établissement ne seront jamais les mêmes. L'habileté de l'ingénieur consistera précisément à choisir les meilleurs endroits. Mais nous ne faisons pas ici œuvre d'ingénieur. Au point de vue de la statistique économique, la pente des divers tronçons du Rhône peut servir à mesurer approximativement leur valeur.

Comparons, par exemple, le Rhône à la Durance, dont on se dispute

actuellement la richesse hydraulique. Les pentes de la Durance s'abaissent successivement de 4 mètres à 2 mètres par kilomètre. Le seul tronçon du Rhône qui présente une pente équivalente est celui qui touche à la frontière suisse, il n'est donc pas surprenant qu'on se le dispute aussi. Le tronçon de Jonage, avec sa pente de 70 centimètres qui n'est pas exceptionnelle puisqu'on en rencontre d'analogues au-dessous de Valence, a dû au voisinage de Lyon d'être le premier aménagé. Les autres tronçons présentent, sans doute, des conditions moins favorables; leur aménagement pourra devenir cependant financièrement réalisable si les biefs industriels sont utilisables par la navigation et si l'État accorde à l'entreprise une subvention, basée sur les évaluations du projet qui vient d'être dressé par les ingénieurs du Rhône.

Les dérivations industrielles ne sont pas soumises, comme les biefs successifs d'un canal de navigation, à la sujétion de la continuité. Les conditions les plus favorables peuvent se rencontrer, tantôt sur la rive droite et tantôt sur la rive gauche. Il y a toutefois un avantage évident à créer les dérivations les plus longues possible aboutissant aux chutes les plus élevées et à rester autant que possible sur la même rive, pour profiter, sans nouvelle prise d'eau, de la décharge du bief supérieur. Il y a là des motifs suffisants pour qu'en étudiant les aménagements dont le Rhône est susceptible, on ne perde pas de vue les intérêts de la navigation en assurant, sur une rive ou sur une autre la continuité des biefs, ou réservant tout au moins la possibilité de raccorder les canaux industriels par des biefs de pure navigation.

On a fait, au principe du canal mixte, une objection qui, si elle était fondée, serait grave. On a dit : pour qu'une dérivation industrielle puisse écouler, comme cela est indispensable s'il s'agit du Rhône, des débits de 200 ou 300 mètres cubes à la seconde, on devra forcément, pour ne pas exagérer les sections, admettre des vitesses incompatibles avec une bonne navigation. L'objection aurait une certaine valeur pour des cours d'eau à forte pente tels que la Durance que l'on projette d'aménager, peut-être inconsidérément d'ailleurs et pour des motifs d'économie que plus tard on regrettera (*), à l'aide de dérivations ayant des pentes de 30 centimètres par kilomètre qui correspondent à des vitesses de 3 mètres à la seconde. Mais une conception semblable n'aurait aucun sens pour le Rhône, qui a des pentes à peine supérieures à 30 centimètres par kilomètre. La pente de 10 centimètres par kilomètre, adoptée pour la dérivation de Jonage, marque évidemment la limite de la perte admissible. Et cette pente ne comporte, si l'on s'en rapporte aux formules de l'hydraulique ou si l'on se contente seulement d'aller voir le superbe bief navigable

(*) En Italie, par exemple, on a étudié pour créer une force hydraulique supplémentaire, la rectification des pentes très fortes du Naviglio Grande, canal mixte de navigation et d'arrosage.

de Jonage, que des vitesses d'environ 70 centimètres dont la navigation peut s'accommoder aisément. Des vitesses semblables avec une bonne organisation de traction mécanique : halage, remorquage ou touage, n'auront guère d'autre effet que de retarder dans un sens la marche des bateaux pour l'accélérer d'autant dans l'autre. Assurément, le halage par chevaux deviendra difficile. Mais les grands souterrains que comporte le canal étudié par les ingénieurs ne permettent pas davantage la traction animale, et le canal de Marseille au Rhône ne permet pas, non plus, la circulation des péniches.

A un autre point de vue encore, il y a parfaite harmonie entre les intérêts de la navigation et ceux de l'industrie. Pour les bateliers comme pour les industriels, les biefs les plus longs, réduisant au minimum le nombre des escaliers de l'aménagement hydraulique, seront les meilleurs.

En résumé, on ne peut guère, à l'heure actuelle, discerner les tronçons du Rhône qu'il sera possible d'aménager à l'aide de dérivations semblables à celle de Jonage. On n'aperçoit pas clairement dans quelle mesure cet aménagement pourra être général et continu. Il est bien évident que le mot d'aménagement « intégral », qui a fait fortune comme tous les mots simples et imagés, ne doit pas être pris au pied de la lettre. La seule chose qu'on puisse dès maintenant affirmer, c'est que les biefs industriels constitueront en même temps, par la force des choses, par un effet de la parfaite concordance des points de vue, des voies navigables superbes.

Mon but, d'ailleurs, n'est pas d'établir la supériorité de telle ou telle solution, mais simplement de montrer l'intérêt que présente, malgré certaines objections, l'étude des solutions « mixtes » qui sont à mes yeux les solutions d'avenir. Il ne faut laisser de côté aucune des faces du problème, aucune des utilisations possibles de ce Rhône magnifique, dont on ne peut, sans violenter sa nature même, restreindre à un seul objet le rôle multiple. Et c'est parce que le projet d'aménagement du haut Rhône, dressé par MM. Blondel, Harlé et Mähl présente à un haut degré ce caractère que je voudrais en indiquer très sommairement l'économie.

Il s'agit de créer par un grand barrage établi vers la station de Génissiat, à la sortie des gorges du Rhône, une immense retenue dont le remous se ferait sentir jusqu'à la frontière suisse.

La puissance ainsi aménagée serait de 83.000 poncelets en eaux basses (hauteur de chute 69 mètres, débit caractéristique d'étiagé 102 mètres cubes) et de 228.000 poncelets en eaux moyennes.

La retenue formerait dans toute son étendue un très beau bief navigable. Pour permettre aux bateaux de franchir la chute du barrage, on propose un système d'ascenseur à mouvement hélicoïdal étudié pour le *canal du Danube à l'Oder*.

Il s'agit là de conceptions gigantesques, mais très sérieusement étudiées

et approuvées avec les plus grands éloges, tout récemment, par une Commission nommée par M. le Préfet de la Seine. Car le but principal de l'entreprise est de transporter à Paris une importante partie de l'énergie hydro-électrique produite par l'usine.

§ III. — Conclusions.

Pour mener à bien ce vaste programme d'études qui doit conduire à une meilleure utilisation du Rhône, c'est sur l'initiative privée qu'il faut principalement compter. Aussi doit-on, par tous les moyens, encourager et coordonner ses recherches dans toutes les directions utiles.

J'ai dit que les Conseils généraux des départements riverains du Rhône ont formé une Commission interdépartementale présidée par M. le sénateur Gourju; à la suite des travaux de cette Commission, a pris naissance un Comité d'études dont la caisse est alimentée par les cotisations des Conseils généraux, des Chambres de Commerce et des particuliers.

Le principe de cette organisation, calquée sur le type des associations allemandes, est excellent.

A mon avis, le rôle des Conseils généraux ou des Chambres de Commerce est surtout de provoquer l'étude des solutions les plus variées, sans en préconiser prématurément aucune. Pour bien remplir ce rôle délicat, il ne serait pas superflu qu'au groupement général des collectivités de la vallée, indispensable pour assurer l'unité de vues, s'ajoutassent des groupements locaux plus particulièrement intéressés à l'aménagement de certains tronçons du fleuve. Il peut résulter de cette organisation décentralisée une émulation féconde pour l'étude de solutions qui diffèrent suivant les lieux, et qui peuvent, d'ailleurs, être réalisées successivement, par étapes.

J'ai montré quelles difficultés, insurmontables en apparence, présentait l'élaboration d'une combinaison financière qui permit d'entreprendre, pour l'achever d'un seul coup, l'œuvre gigantesque du canal latéral. La sagesse commande de chercher à sérier ces difficultés, et de chercher aussi à ajouter aux revenus insuffisants des péages, les recettes beaucoup plus certaines d'usines hydrauliques accolées aux écluses.

Je signale, comme susceptible de rendre des services, la procédure du concours qui, je ne sais pourquoi, n'est pas appliquée chez nous aussi couramment qu'à l'étranger, aux entreprises de travaux publics.

La ville de Genève vient, tout récemment encore, d'y avoir recours pour aménager le dernier tronçon suisse du Rhône vers la Plaine. Le concours, ouvert le 31 mars 1907, a été clos le 31 août suivant. Une somme de 20.000 francs, destinée à récompenser les meilleures études, a été mise à la disposition d'un jury composé de six experts. Des documents d'études extrêmement complets ont été remis aux concurrents sur leur

simple demande, moyennant un dépôt préalable de 20 francs qui devait d'ailleurs être rendu à « l'auteur de tout projet sérieux » (*).

Une autre bonne idée, qui nous vient également de Genève, a été émise par la Chambre de Commerce française de cette ville. Il s'agirait de réunir, soit à Lyon, soit à Marseille, un congrès du « Rhône navigable ». Si l'on devait se contenter d'échanger une fois de plus, sans verser au débat des éléments d'information plus substantiels, des propos déjà souvent entendus, peut-être pourrait-on discuter l'utilité de ce congrès. Mais on peut lui donner un tout autre caractère.

Un congrès du « Rhône navigable », annoncé suffisamment à l'avance, pourrait devenir une véritable exposition de projets, une occasion pour leurs auteurs d'en faire connaître l'économie et d'en justifier les dispositions. Si j'en juge par les informations qui me parviennent, les matériaux d'études ne manqueraient pas, et, peut-être, du choc des idées la lumière jaillirait-elle.

M. Jules HENRIET

Ingénieur civil (Marseille)

L'AMÉNAGEMENT DES EAUX DU RHONE. — RÉSUMÉ CHRONOLOGIQUE SUR LES AVANT-PROJETS MIS A L'ÉTUDE DANS LE COURS D'UN SIÈCLE

— 4 août —

C'est surtout depuis le commencement du XIX^e^ siècle que la question de l'aménagement du Rhône s'est imposée au public. Une première tentative est rédigée en 1799 par M. Mongenet, ingénieur en chef du département du Mont-Blanc. La proposition avait pour objet de relier le Rhône au Rhin par les lacs de Genève et de Neuchâtel. Le même ingénieur avait déjà proposé, en 1794, de construire un canal de navigation entre Genève et Seyssel pour pouvoir faire communiquer Lyon avec la Suisse au moyen d'une voie fluviale. Les deux études sont restées à l'état d'avant-projet.

Dans le cours de l'année 1801, les grands travaux publics suspendus pendant la Révolution, sont en partie repris. La mise en culture des étangs de la Crau du Languedoc est concédée à une compagnie qui se charge d'achever le canal de navigation entre Beaucaire et Aigues-Mortes. L'année suivante, Napoléon fait étudier le projet de transformer le port fluvial de la ville d'Arles en un port maritime intérieur, destiné à devenir l'entrepôt principal du commerce de la Méditerranée.

(*) La revue mensuelle *La Houille blanche* publie dans son numéro de mars 1908 le résultat du concours.

En 1808, M. Céard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées propose la construction d'un canal latéral sur la rive droite du Rhône, les dépenses prévues sont évaluées à 40 millions de francs. Les désastres de l'invasion provoquent une nouvelle interruption des travaux. Les entreprises du canal d'Arles à Port-de-Bouc et du canal de la Saône au Rhin sont suspendues.

M. Becquey, directeur général de l'administration des Ponts et Chaussées publie en 1820, un rapport sur un plan d'ensemble de la navigation intérieure de la France. Ce travail est ce qu'il y a de plus complet sur l'établissement des voies fluviales, il suggère les lois du 5 août 1821 et du 14 août 1822, sur l'achèvement des canaux étudiés par l'administration de Louis XV. Sous le régime de la Restauration, le monde politique se passionne pour les voies fluviales. Afin de satisfaire cet engoûment, M. Cavenne, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Lyon, reprend, en 1822, l'étude d'un canal latéral au Rhône ; ce canal serait construit sur la rive gauche, il prendrait naissance à Perrache, pour aboutir à Port-de-Bouc. Son estimation est prévue à 47 millions.

En 1831, dans le but de remédier aux désastres des inondations périodiques, le Ministère des Travaux Publics rédige une étude d'ensemble pour l'endiguement du lit majeur du Rhône. Le Gouvernement alloue annuellement des sommes considérables pour cette opération. Dans le cours des dix-huit ans de règne de Louis-Philippe, une somme de 22 millions est consacrée aux terrassements des digues. Le règlement des entreprises de construction de canaux, autorisées par les lois de 1821 et de 1822, donne lieu à de graves mécomptes et à de regrettables dépassements de crédits. Les discussions sur l'administration des grands travaux suggèrent un ouvrage important de M. Deschamps, inspecteur général des Ponts et Chaussées, ayant pour titre : *Recherches et considérations sur les canaux et rivières où on compare les avantages de l'aménagement direct des cours d'eau avec les dépenses énormes exigées par la construction des canaux latéraux*. Dans son volume concernant les intérêts matériels de la France, M. Michel Chevalier publie un remarquable chapitre relatif à la navigation à vapeur sur le Rhône.

L'irréalisabilité de la plupart des études de grands travaux élaborés à cette époque, les fait reléguer dans le domaine des chimères. Des négociants marseillais rédigent une adresse au Gouvernement, en signalant l'écueil des discussions oiseuses de la Chambre des députés ; ils demandent que les pouvoirs publics se décident à améliorer sérieusement le Rhône, de telle sorte qu'il offre pendant toute l'année un tirant d'eau suffisant pour la navigation ; ils proposent de faire construire un canal qui passerait sous les collines de la Nerthe, pour permettre la jonction du Rhône avec le port de Marseille. Cette idée reprise une cinquantaine d'années plus tard, va être mise en exécution, si toutefois de trop grandes difficultés techniques ne s'y

opposent pas. Un ouvrage publié par M. Charles Dupin sur les voies navigables dit :

Les canaux ne servent guère qu'à attester la science des ingénieurs qui les construisent ou la puissance financière du pays qui a payé sans se plaindre les millions qu'ils ont coûtés.

D'ardentes polémiques sont soulevées en France sur le plus ou moins d'opportunité des voies fluviales ; néanmoins en 1841, M. de Montluisant, ingénieur des Ponts et Chaussés, rédige une nouvelle étude pour l'aménagement des eaux du Rhône en joignant à son travail d'importantes considérations sur les irrigations agricoles. Les dépenses prévues par l'avant-projet s'élèvent à 55 millions.

Deux ouvrages spéciaux très estimés sont publiés sur le Rhône : l'un en 1846, par M. Bouvier sur la canalisation du lit du fleuve ; l'autre en 1847, par M. Dumont, sur l'idée d'utiliser les eaux par des dérivations, destinées à l'arrosage de la zone inférieure des plaines. La crise gouvernementale de 1848 détourne l'attention du public des questions économiques du moment, mais, dès le rétablissement du second Empire, une somme de 3 millions est allouée pour les travaux les plus urgents à exécuter dans le lit du Rhône. En 1855, les entreprises de travaux hydrauliques agricoles agitent l'opinion ; on propose de construire des canaux d'irrigation dérivés du Rhône, amenant les eaux du fleuve à Nîmes et à Montpellier ; l'avant-projet mis à l'étude est la reprise des indications données, en 1847, par M. Dumont.

Vers 1860, en présence de l'effondrement de la batellerie du Rhône, qui menace d'engloutir de nombreuses industries solidaires de la navigation, le Gouvernement décide de faire entreprendre de promptes améliorations au lit mineur du fleuve. Les travaux sont immédiatement commencés : l'avant-projet est évalué à 21 millions, dont 14 millions sont dépensés en 1870. A cette date, M. Dumont reprend son étude de 1847, rectifiée en 1855, pour la présenter de nouveau au public.

Dans le cours du second Empire, l'attention des ingénieurs se tourna de nouveau vers le projet d'une voie fluviale entre Lyon et Genève. Vers 1868, M. Gobin, ingénieur des Ponts et Chaussées (actuellement inspecteur général honoraire en retraite), chargé, de 1861 à 1873, du service de la navigation du Rhône, entre le confluent de la Saône et la frontière suisse, émit l'idée d'un canal latéral qui comprenait en même temps d'importants travaux de défense contre les inondations, en faveur de la ville de Lyon et des plaines environnantes.

La nature très mauvaise des terrains de la région de Bellegarde et le trop grand nombre d'écluses à construire, rendaient l'exécution du travail aussi difficile que coûteuse. Pour en permettre la réalisation, M. Gobin émit la proposition, nouvelle alors, de noyer les chutes et les rapides du

Rhône entre Génissiat et le lac de Genève au moyen de barrages à très grandes chutes, avec des puits destinés à l'ascension des bateaux par bacs élévateurs, manœuvrés par un contrepoids d'eau. Le projet fut presque immédiatement abandonné par suite de la construction du chemin de fer de Lyon à Genève qui, momentanément du moins, lui enlevait toute opportunité.

Après la chute de l'Empire, le Gouvernement de la République, dans le cours des années 1871 et 1872, fait remanier le projet de canaux dérivés du Rhône ; puis en 1873, M. Krantz, ministre des Travaux Publics, présente l'étude préparatoire d'un canal latéral à construire sur la rive droite du fleuve, dont l'évaluation sommaire de dépenses est de 90 millions.

Ces projets sont immédiatement suivis, en 1874 : 1° d'une étude de M. Tavernier, ingénieur en chef du service spécial du Rhône, en vue de la canalisation du lit mineur, dont les dépenses s'élèveraient à 120 millions et 2°, d'une étude de M. Jacquet, ayant le même objectif, mais dont les évaluations sont ramenées à 45 millions. Le projet de M. Jacquet est adopté et immédiatement mis à exécution.

En 1875, M. Krantz présente un projet rectifié du canal latéral du Rhône et de dérivations pour irrigations, dont les dépenses sont estimées à 100 millions. La même année, on examine l'opportunité des canaux latéraux à la session de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

L'aménagement du Rhône proposé par M. Dumont est discuté par les pouvoirs publics en 1877 ; le projet prévoit un canal latéral de navigation et deux grandes branches pour les irrigations : les prévisions de dépenses s'élèvent à 147 millions, En 1881, M, Chambrelent, inspecteur général des Ponts et Chaussées, remanie les projets d'aménagement du Rhône et porte les évaluations de dépenses à 240 millions. En 1882, la commission du Sénat rectifie les évaluations à 235 millions et en 1883, M. Léger, ingénieur à Lyon les ramène à 142 millions en supprimant une grande partie des dérivations primitivement prévues.

La conséquence des tiraillements divers dont les projets d'aménagement des eaux du Rhône étaient l'objet, fut un ajournement de toute décision. Pour ranimer l'opinion publique qui semblait se fatiguer de ces nombreux débats sans conclusion, MM. Pavin de Lafarge et Duparchy fondent, en 1886, une Société d'études des canaux du Rhône et demandent au Gouvernement, sous la garantie d'un intérêt de 4,65 0/0, la concession de l'exploitation d'un canal latéral de navigation et de canaux d'irrigation à droite et à gauche du Rhône. Les dépenses prévues pour le projet de MM. Pavin de Lafarge et Duparchy s'élevaient à 200 millions.

Après une dizaine d'années de discussions vagues et sans portée pratiques, M. Puech en 1895 encourage les espérances des intéressés, par la publication d'un travail sur les canaux dérivés du Rhône et sur Lyon port de

mer. Puis en 1896, MM. Claret, Dalfus, et Duparchy reprenant le projet antérieur de M. Pavin de Lafarge, demandent une concession pour la construction et l'exploitation des canaux du Rhône : navigation et irrigations, avec une garantie d'intérêt de 4 0/0 pendant cinquante ans. Les dépenses prévues pour l'exécution du projet s'élèvent à 205 millions.

A partir de cette époque, chaque année voit éclore un projet nouveau, sans que cependant aucun d'eux sorte nettement de l'état embryonnaire des études purement spéculatives. En 1897, M. Puech publie un projet concernant la navigation et les irrigations dont les évaluations s'élèvent à 265 millions. En 1898, M, Souleyre publie un autre projet dans le même ordre d'idées dont les prévisions de dépenses montent à 350 millions.

En présence des évaluations de dépenses vraiment fantastiques auxquelles s'élèvent les avant-projets sur l'aménagement intégral du Rhône, M. Noblemaire, directeur de la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M., fait entendre des paroles de bon sens à la Société d'économie politique de Lyon, en apportant une documentation comparée sur le rendement effectif des voies ferrées et des voies fluviales.

Les discussions sur l'utilisation des eaux du Rhône semblent vouloir se populariser, sans cependant devenir plus fécondes. L'année 1899 voit éclore simultanément quatre projets : un de MM. Perre frères, d'Avignon, évalué 300 millions ; un de M. Denefle, évalué 240 millions ; un de M. Tavernier, ingénieur conseil de l'office des transports, évalué 200 millions et enfin un de M. Hérisson, évalué aussi à 200 millions.

De si nombreux débats autour de la question de l'aménagement des eaux du Rhône, irritent le public beaucoup plus qu'ils ne le satisfont. Le Gouvernement s'en émeut. Pour tâcher de donner satisfaction aux assemblées délibérantes de la région et à la pressse locale, le ministre de l'Agriculture et le ministre des Travaux Publics constituent, en 1900, une Commission interministérielle chargée de rédiger un programme qui considérera l'utilisation des eaux du Rhône au triple point de vue commercial, agricole et industriel, autrement dit : de la navigation, des irrigations et des forces motrices. Le rapport de la Commission interministérielle est déposé en 1905 : ce travail élimine *a priori* les irrigations et les forces motrices. En ce qui concerne la navigation seulement, un canal latéral à petite section coûtera au moins 320 millions et un canal à grande section coûtera certainement plus de 400 millions.

Malgré les conclusions très pessimistes de la Commission interministérielle, quelques syndicats locaux se constituent le long du Rhône pour demander une étude précise au Gouvernement. En 1908, après une série de travaux préliminaires très importants, le Ministère des Travaux Publics dépose les conclusions de son projet, dont l'évaluation s'élève à plus de 500 millions.

Si on se reporte au projet rédigé en 1808 par M. Céard, on remarque que l'évaluation des dépenses pour l'aménagement du Rhône, il y a cent ans, était de 40 millions et qu'un siècle après, cette évaluation est au minimum de 500 millions, sur une documentation présentée par les ingénieurs de l'État. Il y a là un sujet de réflexions digne de fixer l'attention des économistes et des hommes du Gouvernement.

M. BOILÈVE

Membre de la Chambre de Commerce (Béziers).

LES CANAUX D'IRRIGATION DÉRIVÉS DU RHONE

— 4 août —

La crise économique qui, depuis vingt ans, à périodes fixes, désole la région viticole du Midi de la France et qui, l'an dernier, a dégénéré en crise sociale, mérite de retenir l'attention des hommes de science comme celle des législateurs.

La mévente des vins a des causes multiples qu'il ne convient pas de rechercher ici.

Les populations du Midi, à qui on a fait le reproche d'avoir trop planté de vignes, sont pour ainsi dire condamnées à cette culture exclusive par suite de l'extrême sécheresse du climat.

La polyculture sauverait ces populations de la misère dans laquelle elles se débattent, et rendrait le plus grand service à la viticulture française tout entière, en diminuant la production d'un excédent qui pèse sur les cours et réduit ceux-ci à un taux onéreux.

Cette solution est dans l'irrigation des plaines du Gard et de l'Hérault.

Le problème préoccupe l'opinion depuis un demi-siècle. Depuis plus longtemps, les ingénieurs ont étudié les moyens de dériver du Rhône la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation de la vallée. Les résultats obtenus dans certaines parties du littoral ou du Vaucluse attestent aux yeux des paysans du Midi, ruinés, les bienfaits qu'ils pourraient retirer de la polyculture.

Il est indispensable de secourir les populations du Gard et de l'Hérault, et, par répercussion, la viticulture tout entière, qui, comme nous l'avons dit plus haut, bénéficiera d'un relèvement des cours lorsque les vignobles des deux départements précités auront fait place à d'autres cultures.

Jusqu'ici l'aménagement du Rhône a été envisagé au triple point de vue de la navigation, de l'irrigation, de l'utilisation des forces motrices.

Le problème, dans son ensemble, semblait même constituer un tout indissoluble.

Longtemps, on a pu croire qu'il était impossible de dériver du Rhône l'eau nécessaire à l'irrigation de la vallée sans nuire aux intérêts de la navigation fluviale, en vue de laquelle des sacrifices considérables ont été faits.

Pour l'irrigation *totale de la vallée*, cela peut être exact; et les populations de la rive gauche, qui sont, du reste, en partie dotées de canaux d'irrigation, seront peut-être obligées d'attendre la création du canal latéral de navigation pour pouvoir disposer de la quantité d'eau suffisante à l'irrigation de cette contrée. Mais on peut, dès maintenant, sans nuire aux intérêts de la navigation, prélever dans le bas du cours du Rhône les 25 mètres cubes nécessaires à l'irrigation de la rive droite (Gard et Hérault), qui s'impose avec un caractère d'urgence indéniable et cruel, à raison de la situation économique dont nous avons parlé.

Convaincu que le Rhône peut et doit être utilisé, pour le plus grand bien du commerce, de l'industrie et de l'agriculture ; que la nation tout entière retirerait un avantage inappréciable de ce fait, nous demeurons partisans convaincus de l'aménagement intégral du fleuve (navigation, utilisation des forces motrices, irrigation) (*).

M. BOILÈVE

LE CANAL LATÉRAL A LA LOIRE

— 5 août —

L'utilité de la grande voie intercontinentale par la vallée de la Loire, qui doit assurer à la France le trafic entre l'Amérique, l'Asie et l'Europe centrale, n'est plus à démontrer, au moment surtout où la grande œuvre de Panama est près d'être achevée; nous devons donc nous employer de toutes nos forces à sa réalisation.

Eh bien, puisqu'une voie de navigation est nécessaire dans la vallée de la Loire, pour la réaliser, lequel choisir de ces deux projets : l'amélioration du fleuve, ou le canal latéral?

Nous ne présenterons pas de nouveau les objections formulées contre la navigation sur le fleuve(**),mais nous ne saurions nous empêcher de répéter

(*) Un vœu a été formulé à cet égard par la Section.

(**) *Les Voies nécessaires de Navigation intérieure*, par V. BOILÈVE, Béziers, 1907.

que pour naviguer sur la Loire, il faut d'abord qu'elle soit navigable et ensuite que la batellerie y veuille bien naviguer.

Jamais, pensons-nous, l'amélioration du fleuve ne donnera naissance à une navigation de tout repos, permettant le tonnage nécessaire pour *réduire largement les frais de transport et concurrencer avantageusement même les chemins de fer.*

En ce qui concerne le premier point, l'Association de la Loire navigable a fait des tentatives qui auraient pu être intéressantes si le fleuve s'y était prêté. Elles n'ont démontré, malgré des efforts d'une ténacité sans exemple, que l'impossibilité d'arriver à des résultats satisfaisants, ce qui a été reconnu par nombre d'esprits indépendants, par la commission déléguée par la Société de propagande pour l'achèvement du réseau français des canaux et voies navigables.

L'Association de la Loire navigable parle, au contraire, de succès inespérés.

Nous ne croyons pas le moins du monde, comme on l'a prétendu, qu'elle ait préparé des résultats spécieux ; mais ce qui est vrai, c'est qu'après avoir fixé certaines époques pour les constatations, elle les recule comme à dessein. Ainsi, pour cette année, après avoir fixé au 21 juillet, la visite de la commission dont il est parlé plus haut, elle a ajourné cette visite au 12 août.

Avec d'aussi longs procédés, combien de temps faudrait-il pour améliorer le fleuve, quelle navigation pourrait y être pratiquée et quels seraient les prix de transport des marchandises ?

Sur le second point, nous ferons remarquer que, dans les divers Congrès auxquels nous avons eu l'honneur d'assister (*Navigation, Travaux publics, etc.*), bateliers, chefs de batellerie, agents de navigation, ont été unanimes à déclarer qu'ils ne pourraient jamais naviguer sur la Loire, parce que les dangers y sont grands, qu'en outre, les hautes eaux, crues, etc., rendent toute navigation impossible pendant des périodes dont la durée totale peut dépasser quatre mois par an, et qu'enfin le fret est fort élevé par suite des frais énormes de remonte.

Tout aussi exactement, la Société pour l'achèvement des voies navigables a-t-elle pu dire qu'un service de transports, digne de notre époque, doit réaliser cinq conditions essentielles, qui sont :

1° *Fret minime.* — Les canaux seuls le donnent ;

2° *Simplification.* — Pas de batellerie spéciale, pas de rupture de charge. Les canaux seuls le peuvent ;

3° *Régularité.* — Les canaux seuls l'assurent ;

4° *Célérité.* — Les canaux seuls la permettent ;

5° *Cabotage des rives.* — Les canaux seuls le permettent, les chemins de halage et les rives sont des quais de chargement et de livraison.

Dans ces conditions, et vu l'insuffisance des chemins de fer, si nette-

ment accusée l'année dernière, le canal latéral s'impose, non seulement entre Briare et Angers, mais encore jusqu'à Nantes.

En effet, utiliser le fleuve d'Angers à Nantes, avec un mouillage de $1^m,20$, ce serait perdre une partie des avantages qu'offrirait le canal avec un tirant d'eau de $2^m,20$; ce serait ajouter encore des frais considérables de transbordement, la perte de temps pour les diverses manutentions, la détérioration de certaines marchandises, et il faudrait un matériel spécial sur le fleuve, toutes choses trop onéreuses pour permettre de grands trafics.

Les canaux de demain doivent être aménagés en vue d'un trafic rapide et intense; dans notre lutte avec les ports étrangers du nord, il faudra que tout concoure en faveur de Nantes.

Quel regret de penser à toutes les pertes subies par suite des retards apportés à l'exécution de nos voies navigables! Pendant ce temps, l'avance est prise autour de nous, et après les voies nouvelles que je signalais l'année dernière, l'Allemagne projette de nouveaux canaux de navigation, l'un entre le Rhin et le Danube par le Neckar, l'autre entre le Danube et le lac de Constance.

Le mouvement des quatre grands ports de la mer du Nord : Amsterdam, Rotterdam, Anvers et Hambourg, accusait, en 1901, plus de 8 millions de tonnes. Eh bien, sur ce total, 2 millions, au moins, seraient certainement dévolus au port de Nantes.

Mais n'est-il pas inutile de disserter longuement, puisque la loi du 5 août 1879, qui n'a reçu jusqu'ici aucune modification législative, prévoit en son article 3, paragraphe XXV, parmi les lignes nouvelles, la création du canal latéral à la Loire, d'Orléans à Nantes ?

Et ne devons-nous pas nous en tenir à la stricte application de cette loi ?

Nous pensons que telle est aussi l'opinion des pouvoirs publics, selon la lettre de M. Barthou, ministre des Travaux publics, en date du 2 avril 1908, à M. le vice-président du Conseil général des Ponts et Chaussées, de laquelle nous relevons les passages suivants :

« Il convient, tout d'abord, de spécifier nettement le sens et la portée de cette étude. Il ne s'agit pas, dans ma pensée, d'un programme à soumettre à la sanction du Parlement, comme on l'a fait en 1879 ou en 1901, mais uniquement d'un travail d'ordre intérieur destiné à fixer les vues d'ensemble de mon administration et à lui servir de ligne générale de conduite. »

Cette étude porterait essentiellement sur les quatre points suivants :

1° Travaux de premier établissement ou d'amélioration :

a) Classés au programme de la loi de 1879, mais non exécutés;
b) Proposés, mais non admis, au programme de la loi de 1903;

2° Nouveaux travaux à prévoir;

3° Lignes de trafic international dites *de pénétration de l'Europe centrale;*

4° Voies et moyens d'exécution (*).

M. Auguste MAHAUT

Agent de navigation (Marseille-lès-Aubigny) (Cher).

CANAL DES DEUX MERS DE MARSEILLE A NANTES

— 4 août —

Le canal de Marseille à Nantes comprendrait cinq sections :

1er Tronçon. — Canal de Marseille au Rhône. — Marseille à Arles.
2e — Canal latéral au Rhône. Arles à Lyon.
3e — Canal du Rhône à la Loire. — Lyon ou Givors à Roanne.
4a — Canal latéral à la Loire. — Roanne à Briare.
5e — Prolongement de ce canal latéral de Briare à Nantes.

§ I.

Marseille à Arles. — La dépense de construction de ce canal est cotée à 71 millions qui produiront beaucoup, ou rien du tout, suivant que l'on construira ou non un canal latéral au Rhône, d'Arles à Lyon. Le canal de Marseille au Rhône supprime le transport par mer qui est le moins coûteux de tous les moyens de transport; s'il laisse subsister les transports par les fleuves, le Rhône représentant le transport le plus défectueux et le plus coûteux, la situation restera la même et l'argent dépensé pour le canal de Marseille au Rhône serait entièrement perdu.

Les résultats économiques espérés par le canal Marseille au Rhône sont donc subordonnés à la construction du canal latéral au Rhône de Lyon à Arles.

§ II.

Arles à Lyon. — Avant la création des chemins de fer et le développement des canaux, on pouvait considérer la navigation sur le fleuve comme une source de richesse pour Marseille, Lyon et autres villes qui bordent le fleuve. Et MM. Bonnardel ont eu une idée aussi profitable au pays qu'à leur intérêt propre en y créant une batellerie remarquable. Mais les anciens moyens, bons pour le XVIIIe siècle, cessaient déjà de l'être au XIXe.

Les chemins qui marchent, d'après Pascal, ne marchent qu'à la descente; bien souvent même, ils sont très coûteux et périlleux étant donné

(*) Un vœu a été formulé dans ce sens par la Section.

que, sur les fleuves, on est à la merci des éléments. A la descente, les chemins de Pascal marchaient tantôt bien, tantôt mal, mais on avait aussi des marchandises à remonter de Marseille à Lyon, et là ils ne marchaient pas du tout, à tel point que, sur la Loire, nous vendions nos bateaux à n'importe quel prix, à destination, plutôt que de songer à les remonter. Sur le Rhône, on avait d'abord établi des bateaux à vapeur munis d'une grande roue armée de fortes dents qui mordaient dans le sol assez résistant du Rhône et remorquaient péniblement à Lyon les bateaux chargés à Marseille; ces bateaux remorqueurs étaient appelés *Les grappins*, nom significatif.

Mais tout cela était bon pour la première moitié du XIX^e^ siècle. En 1877, on a songé à améliorer le Rhône, pensant pouvoir en tirer parti et maintenir la navigation sur ce fleuve. — Connaissant la navigation du Rhône, de la Loire et des canaux, j'ai combattu énergiquement les améliorations que l'on se proposait de faire, j'ai montré tous les inconvénients des fleuves et les avantages des canaux sur lesquels on est toujours maitre de la situation, en obtenant, économie régularité, sécurité; on m'a donné raison quand j'ai dit que le seul moyen d'améliorer le Rhône était de faire un canal latéral au Rhône, mais on m'a objecté que la dépense prévue à cette époque serait de 300 millions, ce qui n'entrait plus dans mon domaine.

Ensuite, les influences ont dominé les compétences et le résultat a été celui que l'on connait : 50 millions et vingt-cinq années perdus pendant lesquelles Gênes a grandi et Marseille diminué et pendant lesquelles le contribuable a payé, sans qu'il s'en doute, 7 fr. 70 c. par tonne transportée, sans faire diminuer pour cela le prix de transport qui est le double de celui que l'on paierait par un canal.

Le Rhône, d'Arles à Lyon, n'a transporté que 201.000 tonnes en 1904; j'admets qu'il ait transporté en moyenne 250.000 tonnes par an pendant vingt-cinq ans.

$250.000 \times 25 = 6.500.000$ tonnes et, comme on a dépensé 50 millions, la tonne transportée revient pour le contribuable à 7 fr. 70 c.

Certains esprits disent : Ah ! si on avait donné ces 50 millions aux chemins de fer ! ils auraient pu diminuer leurs tarifs au-dessous de celui de la navigation par le Rhône. Ce n'est pas cela qu'il faut dire.

Il faut dire : Si on avait fait un canal latéral au Rhône pendant le temps qu'on a dépensé pour l'améliorer, sans y parvenir, Marseille serait florissant, Lyon aurait gagné en importance, le tonnage serait annuellement de 7, 8, 10 millions de tonnes effectives qui coûteraient cent sous de la tonne au lieu de payer 14 fr. 96 c., de Marseille à Lyon, par chemin fer, de ou 9 fr. 76 c. par le Rhône actuel.

Il n'est donc pas surprenant que vingt-sept Chambres de commerce et la Commission interdépartementale du Rhône réclament avec M. le séna-

teur Gourju, président du Conseil général du Rhône, le canal latéral au Rhône; on sera bien obligé de finir par où on aurait dû commencer.

Avec lui, on pourra venir de Marseille à Lyon avec le même bateau, le même mode de transport et le même mode de traction.

§ III

Canal du Rhône à la Loire, Lyon à Roanne. — C'est en 1879 que j'ai réclamé pour la première fois le canal du Rhône à la Loire (voir ma brochure n° 4 reproduite dans le numéro 19 de mon journal *La navigation par les canaux*); à cette époque, on lisait dans l'*Avenir Roannais* du 20 juin 1879 :

> Une dépêche de M. Audiffred annonçait, jeudi dernier, que la Commission de navigation avait pris en considération sérieuse le projet de canal de Roanne à Saint-Étienne et Givors et que tout succès paraît réservé à cette entreprise.
>
> Nous recommandons à ce propos la lecture d'une intéressante brochure publiée cette semaine par M. Auguste Mahaut. Quand nos députés en auront pris connaissance, ils seront tout à fait convaincus de l'utilité de ce canal et des bienfaits considérables qu'il est appelé à rendre, soit à l'industrie française, soit au bassin de la Loire.

Depuis, trente ans sont passés, et les deux départements de la Loire et du Rhône ont perdu chacun 25 millions par an, ce qui, en trente ans, représente 2 milliards et demi; on ne saurait trop le répéter,

Le canal du Rhône à la Loire a été pris en considération par la Commission d'enquête du Conseil supérieur du commerce, fin octobre 1900. Sa construction est évaluée à 110 millions.

Allons-nous attendre vingt-cinq ou trente autres années avant de satisfaire le bassin de la Loire et perdre encore *deux milliards et demi*, ce qui représenterait, avec ceux déjà perdus, la rançon de la France payée à l'Allemagne. Je ne le crois pas, j'ai la conviction que, bien qu'il n'y ait pas d'argent au budget pour la navigation, la France, les capitaux français comprendront qu'ils pourront trouver dans leur patrie une rémunération au moins égale à celle que leur procure l'étranger; si notre pays a été capable de prêter 28 milliards à l'étranger, il saura bien en conserver un peu pour sa propre santé.

Les charbons paient 4 fr. 50 c. la tonne pour venir de Saint-Étienne à Roanne (82 kilom.); si le canal était fait, la tonne coûterait 1 fr. c. 25 au plus.

Ce canal a été pris en considération dans un grand nombre de congrès; des vœux ont été émis en sa faveur, mais à quand l'exécution?

Lorsque j'ai pris la parole au deuxième Congrès national des travaux publics français, le 12 février 1903; à chaque fois que je faisais ressortir l'urgence de construire un canal, on me répondait : *C'est voté*. Je m'ex-

cuse dans la circonstance de parler de moi, mais cela ne me parait pas inutile :

M. MAHAUT. — Mon avis est que la France ne manque pas d'argent, ce qui est pourtant l'objection qui a été faite au canal que je préconise, mais il faut seulement savoir l'utiliser profitablement. Tout ce que nous faisons dans ce congrès, qui est une bataille pacifique, est très beau, mais nous sommes loin encore d'espérer pouvoir aboutir à ce qui est nécessaire à l'industrie, au commerce, à l'agriculture; il faut que nous prenions une résolution sérieuse... On dit qu'il n'y a pas d'argent au budget. Dans ce cas, il faut trouver un moyen d'en avoir ailleurs, et si, comme je crois, il est possible de le trouver, nous sommes coupables de ne pas l'utiliser en faveur d'un système de navigation précieux pour les intérêts français.

La France a besoin de grandes artères pour faire revivre sa marine marchande. Il y a le canal de Marseille au Rhône.

PLUSIEURS VOIX. — Cela a été voté.

M. MAHAUT. — Très bien, il faudrait le canal de Lyon à Arles.

M. LE SECRÉTAIRE. — C'est voté.

M. MAHAUT. — Je parlerai du canal du Rhône à la Loire.

M. LE SECRÉTAIRE. — C'est également voté.

M. MAHAUT. — Il y a le canal latéral à la Loire de Roanne à Briare. Il y a, enfin, 400 kilomètres à exécuter pour le prolonger jusqu'à Nantes, et le canal sera complet.

En somme, la navigation intérieure telle qu'elle existe à l'heure actuelle, est à l'état embryonnaire. Et pourquoi ? Je le répéterait jusqu'à ce que nous ayons une situation meilleure, c'est parce que nous nous trouvons en face de l'État et qu'il n'a pas d'argent; alors tous les vœux que nous pouvons faire restent lettre morte. Il y a trente ans que je travaille à la question ; j'ai vu des comités disparaître, des Commissions gouvernementales passer, sans aboutir à aucun résultat, etc.

J'ai vu les comités, les congrès, les Commissions gouvernementales passer, les mêmes vœux renouvelés pendant quarante ans, et c'est quand j'ai vu que nous piétinions sans jamais avancer, alors que les Allemands exécutaient leurs projets en moins de temps qu'il nous en faut pour discuter les nôtres, que j'ai été chercher les bonnes volontés disséminées à travers le pays pour faire un faisceau composé des forces vives de la nature; et j'ai touché si juste les fibres patriotiques que j'ai pu constituer, moi, simple et vieux marinier, une société de première utilité qui s'appelle : *Société de propagande pour l'achèvement du réseau français de canaux et voies navigables*, au moyen de laquelle nous trouverons les capitaux nécessaires à remettre notre navigation intérieure sur un bon pied et donner de l'essor à notre marine marchande.

§ IV

Canal latéral à la Loire, de Roanne à Briare. — Ici, à travers les mille imperfections de notre navigation, à travers le désert où je chemine

depuis si longtemps, je rencontre une oasis, un canal de 250 kilomètres de long qui donne tant de satisfaction au commerce, à l'industrie, à l'agriculture de toutes les régions qu'il traverse, que je l'ai qualifié de *rosier sans épines*.

Ce canal, auquel aucun n'est supérieur en France, nous venons d'y constater une circulation de 466.000 tonnes effectives dans le trimestre d'été de 1908.

Mai.	150.000	tonnes.
Juin	163.000	—
Juillet	153.000	—
TOTAL.	466.000	tonnes.

Ce tonnage répond victorieusement aux adversaires de la navigation intérieure qui prétendent que les canaux ne marchent pas l'été par suite de la sécheresse (ni l'hiver par suite des glaces).

Ce canal, qui me permet d'expédier des milliers de tonnes, certaines années, en Belgique et en Allemagne, qui nous met en communication avec le Nord et l'Est, qui m'a permis d'expédier, à moi seul, plus de marchandises dans une seule journée que le port de Gand n'en a reçu, par navires français, dans toute l'année 1906, je voudrais, avec la Société de propagande que j'ai fondée, le faire prolonger jusqu'à Nantes, afin de mettre l'Ouest en communication avec les autres points cardinaux. Mais, chose curieuse et regrettable, ce sont ceux qui doivent le plus en profiter qui n'en veulent pas, soit les quatre départements de *Maine-et-Loire Mayenne*, *Sarthe* et *Loire-Inférieure*.

Ce canal latéral à la Loire, de Roanne à Briare, pour lequel je manifeste une sympathie aussi énorme que justifiée, a été construit en vertu de la loi du 14 août 1822 et a coûté pour l'ensemble des premiers frais d'établissement 34.048.000 francs. Il a été ouvert à la navigation au mois de décembre 1837 en amont du passage de l'Allier (au Guétin) et seulement au mois de juillet 1838 au delà. Sa mise à grande section a été opérée par M. l'Ingénieur en Chef Mazoyer, de 1890 à 1903, et sa transformation, pour passer du mouillage de $1^{m},60$ à $2^{m},20$ dont nous jouissons présentement, a coûté un peu moins de 17 millions.

Il se termine à Briare, après avoir passé sur la Loire par un pont qui est un chef-d'œuvre du XIX^{e} siècle et qui le met en communication avec le canal de Briare ; et maintenant, nous jouissons d'une superbe ligne de canaux allant de la Seine à la Saône, 417 kilomètres, où le fret descend parfois au-dessous de *un centime la tonne kilométrique*.

En général, il passe à nos écluses 1.000 bateaux par mois ; nous en constatons en particulier 1.034 pour le mois de juillet 1908 : 516 à la remonte, 518 à la descente, avec un tonnage, comme nous l'avons déjà dit, de 153.000 tonnes effectives, dont 44.449 tonnes de charbon.

Son trafic, en tonnes kilométriques, a été, en 1904, de 213.093.447 tonnes kilométriques, savoir : 189.294.895 pour la partie de Digoin à Briare et 23.798.552 pour la partie de Roanne à Digoin.

La Seine, l'Oise, la Saône exceptées, les dix-huit autres fleuves ou rivières canalisés de France ne donnent ensemble, pour 1904, que 474.998.070 tonnes, soit seulement le double du seul canal latéral à la Loire.

Après avoir parlé du canal latéral à la Loire et, en constatant que son prolongement assure une aussi. belle navigation dans la basse Loire que celle dont nous jouissons dans la Loire centrale et jusque dans les montagnes, à 1m,80 d'enfoncement, il me reste à signaler le seul défaut qu'on peut lui trouver. C'est que, lors de sa transformation, on a bien allongé les écluses à 40 mètres, pour donner libre passage aux péniches de 38m,50 portant 300 tonnes, mais on a négligé de les élargir : elles ne laissent que 10 centimètres entre les bords de la péniche et les parois des écluses, et l'eau ne peut se déplacer assez vite pour permettre la rapide entrée au bateau; si elles avaient 1 mètre de plus de largeur, on économiserait vingt minutes, sur quarante par chaque éclusée.

Autrement je déclare ce canal parfait; il serait souhaitable que tous les autres canaux français possédassent les mêmes qualités et que son point terminus se trouvât bientôt à Nantes.

§ V

Le canal latéral à la Loire, de Briare à Nantes. — Nous sommes venus de Marseille jusqu'à Briare par l'itinéraire que je viens d'indiquer, avec un même mode de navigation, le même bateau et sans transbordement.

Que reste-t-il à faire? ai-je dit au Congrès de Montluçon, où 33 Chambres de commerce étaient réunies en septembre 1900. *Prolonger le canal latéral existant jusqu'à Nantes!*

Quelle objection peut-on présenter contre cette construction reconnue urgente? Je n'en vois qu'une seule : la dépense qui serait de 238 millions d'après M. Léon Janet, rapporteur du budget des Travaux publics pour 1908.

Eh bien, ce chiffre de 238 millions pour un projet avec ponts qui suppriment les traversées en Loire et dont l'État prend la moitié à sa charge par la loi de 1903, n'est pas effrayant. Il s'agit de trouver 119 millions de fonds de concours dont l'intérêt sera de 6 millions par an.

Les droits de navigation sur cette création nouvelle pourront les produire très facilement à raison de 6 millimes par tonne kilométrique, étant donné que le tonnage a doublé depuis 1890, que le nombre des bateaux a beaucoup augmenté et que la vitesse a doublée aussi depuis que la traction qui se faisait à bras d'hommes s'opère par chevaux. Il ne faut pas

confondre les droits de navigation qui ne rapportaient presque rien sur des canaux imparfaits en 1879 avec ce qu'ils rapporteront sur des canaux perfectionnés.

Adversaire résolu de l'idée de la Loire navigable, je ne veux pas la discuter ici une fois de plus. Les comités de la Loire navigable croient possible d'offrir par le fleuve une bonne voie navigable à l'ouest de la France, mais ce projet a été condamné le 18 mars 1908, au Sénat, par le Ministère des Travaux publics, qui a formellement déclaré, par la bouche de M. Charguérand, directeur de la navigation, que ce projet ne pouvait correspondre qu'à une voie locale, et que pour le trafic national et international, *le canal était nécessaire*. Il ne me semble pas nécessaire de justifier cette sentence.

En raison de tout ce qui précède et du gros trafic démontré qui existe sur le canal latéral à la Loire, Roanne à Briare, je vous prie d'émettre un vœu en faveur de son prolongement jusqu'à Nantes; vous ne ferez en cela que confirmer le vœu émis et adopté l'année dernière, au Congrès de Reims, à propos de la ligne Nantes-Bâle par un canal latéral à la Loire de Briare à Nantes.

M. Auguste MAHAUT

LES CANAUX DU BERRY

— 4 août —

§ 1er

MISE A GRANDE SECTION DES CANAUX DU BERRY

Il est urgent de mettre les trois branches du canal du Berry à grande section. — 1° Parce que depuis le plan de M. de Freycinet qui, malheureusement, n'a pas reçu sa pleine exécution, la plupart des canaux français du jour possèdent des écluses de 40 mètres de long sur $5^{m},20$ de large, et que les écluses du canal du Berry sont restées à l'état primitif de $31^{m},85$ de long sur $2^{m},70$ de large ; que, par suite, les bateaux voyageant sur les canaux à grande section portent 300 tonnes, alors que le canal du Berry, — ou les canaux du Berry, puisqu'il se compose de trois branches, — ne permet la circulation que des bateaux de 65 tonnes ;

2° Parce que les marchandises légères ou volumineuses telles que charbons de bois, écorces, bois de mines, etc., etc., ne peuvent employer ce canal, étant donné que les bateaux, manquant de largeur et d'assiette, balancent dès qu'ils ont un demi-chargement de 30 à 35 tonnes ;

3° Parce que ses dimensions étant de beaucoup inférieures aux dimen-

sions du canal latéral à la Loire, dans lequel il se jette à Marseilles-les-Aubigny, il provoque sur ce point des manutentions coûteuses, des retards, une détérioration de la marchandise ;

4° Parce que les anciens bateaux du canal du Berry sont à peu près usés, et que l'on construit aujourd'hui des bateaux à haut bord qui, tout en pouvant passer dans le canal du Berry, sont faits pour aller de préférence sur les grands canaux où ils portent 100 tonnes, plutôt que de circuler sur le canal du Berry avec 65 tonnes ; il en résulte que ce canal est déserté par les bateaux à haut bord, que les anciens étant usés la rareté se produit de plus en plus, que le prix du fret augmente en conséquence jusqu'à ce qu'il atteigne le prix du chemin de fer, et les adversaires de la navigation profiteront de cet état de choses pour dire que les canaux sont inutiles puisque les chemins de fer transportent au même prix, ce qui serait une énorme erreur. Le fret, sur le canal du Berry, serait réduit de moitié s'il était mis à grande section ;

5° Pour les raisons ci-dessus expliquées, le tonnage du canal du Berry a diminué de 14.634.510 tonnes kilométriques, dans la période de 1897 à 1902, et qu'il tend à l'abaissement, alors que l'ensemble du tonnage des canaux va toujours croissant ;

6° Parce que la loi de 1879 classait le canal du Berry, reconnaissant son importance, parmi les voies principales ;

7° Parce qu'en 1880, le conseil général des ponts et chaussées a exprimé l'avis formel que ce canal devait être mis à grande section, ce qui fut adopté par décret d'utilité publique, en date du 20 juin 1882 ;

8° Que depuis cette date des vœux nombreux ont été formulés, en faveur de la mise à grande section, dans les congrès ; que les corps constitués ont sollicité cette amélioration d'une façon incessante auprès des pouvoirs, et, après eux, la Société de propagande pour l'achèvement du réseau français de canaux et voies navigables, et notamment la Commission interdépartementale des voies navigables du Centre, à Montluçon, le 26 juin 1905, à la Chambre de commerce de Paris, le 6 novembre 1905, à la Chambre de commerce de Bourges, le 4 mars 1907, au ministère des travaux publics, à M. le Ministre lui-même, le 13 du même mois de mars 1907, et enfin, ces jours derniers, le 7 juillet 1908, à l'hôtel de ville de Bourges ;

§ II.

Prolongement du canal du Berry de Noyers à Tours (2e branche). — Le prolongement du canal du Berry, de Noyers à Tours, découle tout naturellement de la mise à grande section de sa deuxième branche ; on ne pourrait jouir d'un canal à grande section, qui aurait son point terminus ailleurs que dans un centre important ou qui ne communiquerait avec une ligne quelconque navigable.

A l'époque où il n'y avait pas de moyens de transports économiques, les moyens qui sont reconnus aujourd'hui vicieux et insuffisants paraissaient bons, et lorsqu'après avoir fait un canal on rencontrait une rivière, comme le Cher à Noyers, par exemple, on se disait : *Cette rivière conduira bien la marchandise à la ville de Tours, et puis, si elle présente des inconvénients, on l'améliorera, on la canalisera.*

Qu'est-il résulté d'un pareil raisonnement? C'est que le canal du Berry, très petit et très imparfait lui-même, était encore de beaucoup supérieur au *Cher*, que l'on a coûteusement cherché à rendre navigable, sans y parvenir, et lorsqu'on est obligé d'emprunter cette rivière, pourtant dite canalisée, le transport coûte plus cher, pour effectuer 60 kilomètres, que pour en parcourir 300 par un canal.

Exemple : Au printemps de 1899, j'ai expédié 19 bateaux de minerai destinés à l'usine de Rochepinard, près Tours.

Le transport de Marseilles-les-Aubigny à Noyers par le canal (191 kilomètres) coûtait 2 fr. 40 la tonne. De Noyers à l'usine (60 kilomètres par le « Cher »), le transport s'élevait à 3 francs la tonne, et cependant « le Cher » est, dit-on, canalisé.

Ce fait nous dispense d'en dire davantage, les chiffres ont parlé. Voilà le résultat des efforts et de l'argent dépensé pour canaliser *le Cher*.

Au surplus, si on cherche à connaitre la valeur de cette rivière, on peut lire dans le *Guide officiel*, à la page 107, que la partie comprise entre Vierzon et Noyers (70 kilomètres), classée comme voie navigable, est complètement abandonnée, et que la partie inférieure du *Cher* n'est plus fréquentée.

§ III.

Canal de Moulins (Allier) à Sancoins (Cher). — C'est en 1876 que j'ai réclamé ce canal, pour la première fois.

Depuis, il a donné lieu à des sollicitations nombreuses, je dirai incessantes même depuis le congrès de 1900 de Montluçon, auprès de M. le ministre des travaux publics.

Admis dans le projet de M. le ministre Baudin, en 1902, pris en considération par la commission d'enquête du conseil supérieur du commerce, fin octobre 1900, refusé par la loi de 1903, la commission interdépartementale des voies navigables du Centre l'a toujours réclamé marchant de front avec la mise à grande section des trois branches du canal du Berry, dont il assurera l'alimentation, et, dans la visite faite par la délégation de la commission interdépartementale du Centre auprès de M. le ministre Barthou, le 13 mars 1907, nous avons pu être assurés qu'il reconnaissait l'utilité de ce canal et désirait nous donner satisfaction ; mais, vu la loi de 1903, il s'est déclaré impuissant. Mais comme la mise à grande section du canal du Berry entraîne forcément la construction du canal Moulins-

Sancoins, et que le canal du Berry a été classé parmi les voies principales dans la loi de 1879, nous ne séparons pas la construction de l'un de la mise à grande section de l'autre, et les démarches que la Commission interdépartementale des voies navigables du Centre fera bientôt auprès de M. le Ministre et de la commission du conseil général des ponts et chaussées comprendront à la fois les deux questions.

Au congrès national de navigation de Bordeaux, on a demandé des écluses de 190 mètres de long sur 11 mètres, sur les rivières, il est vrai; puis des écluses de 60 mètres de long sur 8 mètres de large sur les canaux vœu qui a été adopté.

Pour moi, j'ai répondu qu'il fallait uniformiser nos canaux.

Je ne suis pas l'ennemi des grandes écluses et des grands canaux qu'on pourra construire dans l'avenir, mais je combattrai des agrandissements considérables nouveaux, tant que l'on n'aura pas uniformisé nos canaux et nos écluses suivant la loi de 1879; et je vous demande, s'il n'est pas logique de mettre les écluses et les dimensions du canal du Berry au gabarit des canaux du jour, du canal latéral à la Loire dans lequel il se jette à Marseilles-les-Aubigny.

Nous avons, à travers la France, des écluses qui, par la diversité de leurs dimensions, ressemblent à une tour de Babel *(voir* le n° 9 de la *Navigation par les canaux)*. Je crois que vous serez tous de mon avis qu'il nous faut en France un réseau de canaux qui puisse se raccorder les uns avec les autres, et qu'un même bateau puisse effectuer un long trajet sans frais de transbordement, sans retard, sans frais imprévus et sans détérioration de la marchandise.

§ IV.

Prolongement du canal du Berry de Montluçon à Bordeaux.— Le prolongement du canal du Berry de Montluçon à Bordeaux, représentant le canal appelé de la Loire à la Garonne, par Limoges et Périgueux, doit d'autant plus préoccuper les hommes de progrès, que le sud-ouest de la France est la région la plus déshéritée de bons moyens de transport par eau; c'est pourquoi, en 1877, je préconisais déjà la construction du canal de la Loire à la Garonne, d'accord avec M. Delboy, conseiller général de la Gironde, au comité : *L'union du commerce et de l'industrie pour l'amélioration et le développement des moyens de transport.*

Deux ans après, une commission de la Chambre des députés le classait parmi les voies principales à construire; et, vu son importance, j'insisterais de toutes mes forces en ce moment pour sa construction, si son existence n'était pas subordonnée à la mise à grande section du canal du Berry qui, lui, représente le tronçon principal et existant.

On sait aussi que le canal de la Loire à la Garonne donne lieu à trois tracés :

Montluçon-Bordeaux, par Limoges et Périgueux.
Saint-Amand-Bordeaux.
Candes-Bordeaux.

La commission de la Chambre des députés a donné la préférence au tracé Montluçon-Limoges-Périgueux et la rivière de l'Isle, et je suis d'avis qu'elle a eu raison, parce que le tracé trouvera un tonnage considérable par Limoges, le département de la Haute-Vienne qui fournit un dixième du trafic de la compagnie des chemins de fer d'Orléans ; que, de plus, les grands établissements industriels du Creusot, Fourchambault-Montluçon-Commentry apporteront des contingents de tonnage supérieurs à celui des autres tracés et, dût-il coûter plus cher, qu'il donnera une meilleure rémunération au sud-ouest et au pays. D'autant plus qu'une fois le canal construit on pourrait multiplier les bienfaits, en allant rejoindre La Rochelle par un canal de Limoges passant par Angoulême.

M. R. de la BROSSE

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (Grenoble).

AMÉNAGEMENT DE L'ÉNERGIE DU HAUT RHONE EN VUE DE L'ALIMENTATION DE PARIS

— 7 août —

Parmi les projets qui ont vu le jour dans ces dernières années à l'occasion des changements survenus dans le régime de l'électricité à Paris, il en est un qui se distingue par l'ampleur de sa conception et le fini de son étude, c'est celui qui a pour objet le transport dans la capitale de l'énergie du Rhône près de la frontière suisse, et qui est dû à l'initiative de MM. Blondel, Harlé et Mähl.

Ce projet comportait primitivement un barrage de hauteur modérée et un ou plusieurs tunnels amenant l'eau du Rhône vers le hameau de Monthoux où l'on aurait établi une usine hydro-électrique utilisant un débit variable de 90 à 180 mètres cubes par seconde, sous une chute d'environ 60 mètres. Ce projet donnait lieu à diverses objections et ses auteurs ont senti la nécessité d'y apporter des modifications ; ils l'ont fait de telle sorte que la plupart des critiques formulées au début ne trouvent plus aujourd'hui matière à s'exercer. C'est le projet ainsi remanié que je me propose de décrire brièvement au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

En sortant du lac Léman, le Rhône traverse la ville et le canton de Genève où sa pente totale de 27 mètres est utilisée, dans les deux usines de la Coulouvrenière et de Chèvres, jusqu'à concurrence d'environ

18.000 chevaux; une troisième usine de 12.000 à 16.000 chevaux doit s'élever bientôt à la Plaine; enfin une quatrième, d'à peu près 10.000 chevaux, est projetée sur la partie internationale du fleuve, vers Pougny-Chancy.

Il y aura donc, avant peu, entre le lac Léman et le point où le Rhône a ses deux rives françaises, c'est-à-dire sur un parcours de 25 kilomètres, une puissance utilisée d'au moins 40 à 45.000 chevaux qui trouvera vraisemblablement son emploi total ou peu s'en faut en dehors de notre territoire. C'est ce que représente sommairement la figure 1 dont les éléments numériques sont réunis dans le tableau suivant :

TERRITOIRES	USINES et LOCALITÉS PRINCIPALES	DISTANCES à partir du LAC LÉMAN	CHUTES, EN MÈTRES — TOTALES	CHUTES, EN MÈTRES — UTILISÉES ou *projetées* (en basses eaux)	CHUTES, EN MÈTRES — PENTES par KILOMÈTRE	PUISSANCES INSTALLÉES ou *projetées*	OBSERVATIONS
		Kilom.				HP	
Suisse	Genève	»		»	»	»	Les puissances indiquées correspondent à l'outillage complet de chaque usine. Elles sont exprimées en chevaux nets. *Les chiffres en italique se rapportent aux usines encore en projet.*
	Usine de la Coulouvrenière	»		3m,70	»	6.000	
	Jonction de l'Arve	»	27	»	1m,53	»	
	Usine de Chèvres	»		8m,50	»	12.000	
	Usine projetée à la Plaine	»		*10m,00*	»	*15.000*	
	Frontière (R. D.)	17,7					
R. D. Suisse R. G. Française	Pougny-Chancy *(usine projetée)*	»	13	*8m,00*	1m,91	*10.000*	Zone internationale.
	Frontière (R. G.)	24,4					
Français	Prise d'eau de l'usine de Bellegarde	38	29	»	2m,07	HP »	
	Perte du Rhône	»	14	»	14m,00	»	
	Usine de Bellegarde	39	70	13m,00	3m,42	64.00	
	Usine projetée à Génissiat	47	27	*69m,00*		*325.000*	*Usine du projet Blondel, Harlé et Mühl.*

Avant d'aborder la description du projet, signalons :

1° Que le Rhône, depuis son entrée en France, fait partie du Domaine public et que, dès lors, la chute ne peut être aménagée par des tiers sans une concession régulière de l'État;

2° Que l'Administration a été déjà saisie, dans ces dernières années, de deux demandes de concessions partielles sur la chute totale existant entre la frontière et Génissiat;

3° Que la partie moyenne de cette chute (14 mètres) est actuellement utilisée, en vertu d'une autorisation remontant à 1871, par la Société française des Forces hydrauliques du Rhône, dans l'usine de Bellegarde.

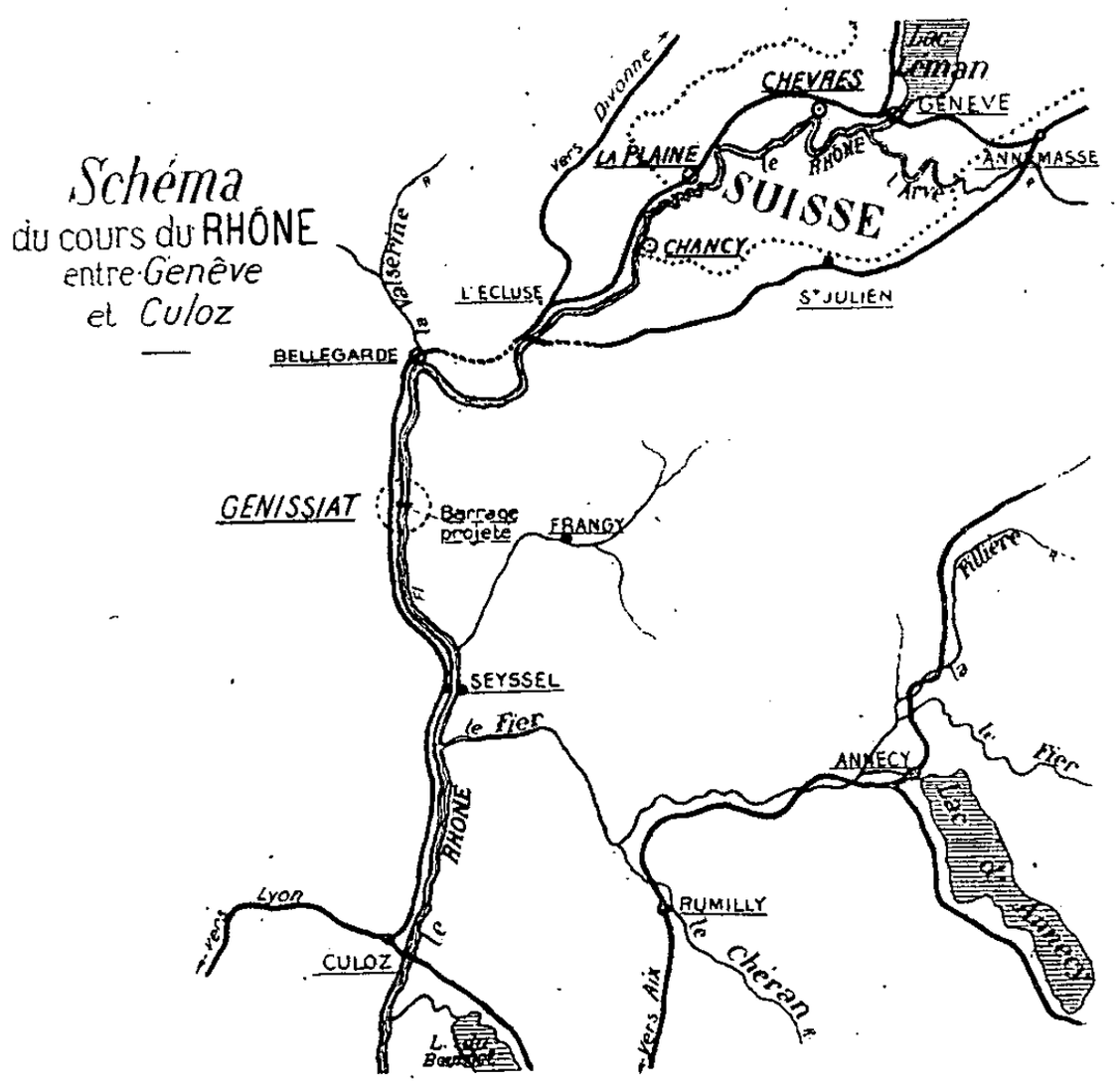


FIG. 1.

L'Administration aura donc à apprécier si le nouveau projet de MM. Blondel, Harlé et Mähl présente une importance générale suffisante pour faire écarter les demandes concurrentes malgré leur priorité et l'instruction dont elles ont été déjà l'objet. Elle appréciera également si l'autorisation donnée en 1871 à l'usine de Bellegarde peut être révoquée et à quelles conditions. Sans m'arrêter à ces considérations qui soulèvent d'importantes questions de droit administratif, j'aborde l'examen du projet de MM. Blondel, Harlé et Mähl.

Il comporte la construction :

1° D'un grand barrage en maçonnerie de 76 mètres de hauteur, en face de Génissiat, dans la gorge rocheuse où coule le Rhône;

2° D'une usine génératrice au pied du barrage, pourvue de vingt-quatre groupes générateurs de 10.000 kilowatts chacun;

3° D'une usine transformatrice recevant de cette dernière l'énergie sous forme de courant triphasé et pourvue de groupes transformateurs où la tension serait portée à 120.000 volts entre fils;

4° De deux lignes principales de transport entre Génissiat et Paris;

5° D'une station réceptrice à l'arrivée à Paris;

6° Enfin, de dispositifs appropriés pour livraison de l'énergie nécessaire aux régions voisines du barrage ainsi que sur le parcours entre Bellegarde et Paris.

Je passerai en revue chacun de ces articles, en m'arrêtant davantage aux ouvrages hydrauliques.

Barrage. — Les auteurs du projet ont étudié plusieurs emplacements pour le barrage. Après une discussion très attentive, on a reconnu unanimement que l'emplacement dit « du Rocher Bouquet » présente un ensemble d'avantages tout à fait décisif. En ce point, les deux rives sont formées d'un calcaire parfaitement sain et compact où l'on n'aperçoit aucune fissure, ni accident de nature a inspirer quelques craintes. Après un examen spécial des conditions géologiques et tectoniques de la région, M. Delafond, Inspecteur général des Mines, conclut que l'on est autorisé à penser :

... que les eaux accumulées derrière le barrage ne trouveront pas de voies d'écoulement permettant à des volumes notables de passer ailleurs que dans les turbines.

Le niveau normal de la retenue, projeté à l'altitude 332, ne pourra être fixé qu'après une étude spéciale des berges du fleuve sous le fort L'Écluse, où se trouvent quelques terrains peu stables que la Compagnie du Chemin de fer P. L. M. a dû drainer et consolider. Plusieurs solutions proposées pour ce passage feront l'objet d'une étude ultérieure; on peut dire cependant qu'il paraît parfaitement possible d'isoler les couches instables au moyen d'ouvrages appropriés et qu'il n'y a là aucune difficulté exceptionnelle de nature à faire échec à l'exécution du projet.

Les conditions requises pour l'établissement d'un grand barrage en maçonnerie sont au nombre de six :

A. — Conditions essentielles.

1° Impossibilité du glissement suivant une section horizontale.

2° Limitation de l'effort de compression maximum en un point du parement aval.

3° Serrage des joints du parement amont par une compression minima au moins égale à la sous-pression de l'eau.

B. — Conditions complémentaires.

4° Limitation de la compression maxima suivant un élément quelconque au dessous de la limite de résistance à la compression.

5° Compression minima toujours positive pour éviter des soufflures, notamment au parement aval.

6° Limitation de l'effort de cisaillement auquel est soumise la maçonnerie.

Les profils proposés réalisent sans peine les cinq premières conditions; c'est plus difficile pour la sixième. On y arrivera néanmoins par une combinaison convenable de l'appareil des maçonneries et d'armatures métalliques disposées pour parer à tout risque de cisaillement.

Les auteurs du projet ont étudié quinze types de profils pour le barrage; après une discussion attentive de chacun d'eux, il semble que le choix

doive se restreindre aux deux suivants auxquels correspondraient les pres-

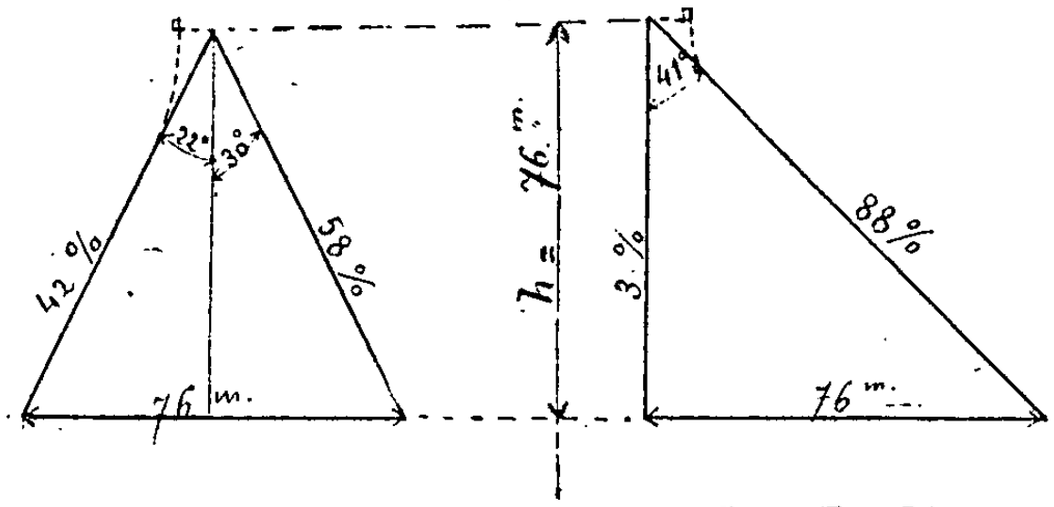


Fig. 2. (Type A.) Fig. 3. (Type B.)

sions ci-après sur les joints de base, en kilogrammes par centimètre carré :

BARRAGE		EN CHARGE	VIDE	EN CHARGE	VIDE
Parement d'amont	Pression verticale. .	7kg,75	10kg,36	8kg,30	17kg,20
	Pression maxima. .	7kg,78	12kg,17	9kg,08	17kg,20
Parement d'aval	Pression verticale. .	13kg,10	7kg,40	8kg,97	0kg,41
	Pression maxima. .	17kg,50	9kg,90	15kg,87	0kg,72
		Type A		Type B	

La préférence parait devoir aller au type B, quoiqu'il y ait pour lui des écarts notablement plus grands qu'avec le type A, entre les pressions en charge et à vide (*), parce qu'il se prête beaucoup mieux que l'autre à l'addition d'un masque (Maurice Lévy) destiné à isoler le corps de l'ouvrage de la masse liquide adjacente. Cette considération est capitale pour un grand barrage où l'on doit accumuler les garanties : le masque en question donne le moyen de visiter en tout temps le pied du barrage et d'évacuer les filtrations avant qu'elles aient touché les parties vitales de l'ouvrage. On compte d'ailleurs augmenter encore cette précieuse garantie en revêtant le masque lui-même, sur sa face amont, d'un bouclier métal-

(*) Cet écart aurait des inconvénients si le réservoir devait être souvent vidé puis rempli, surtout rapidement; on pourrait alors redouter une sorte de balancement des forces résultantes et des pressions en chaque point. Cet inconvénient n'est pas à craindre ici parce que le réservoir n'est pas destiné à être vidé sinon dans des cas très exceptionnels et probablement fort rares et que, même dans ces cas là, la vidange ainsi que le remplissage exigeront un temps prolongé pendant lequel les changements de pression se feront avec lenteur.

lique en tôle d'acier à soudure autogène complètement étanche sur toute sa surface.

Le barrage serait fondé à sec et à l'air libre, dans une enceinte épuisée à l'abri de deux murs de garde en maçonnerie fondés à l'air comprimé et protégés par une forte digue étanche, détournant tout le débit du fleuve dans quatre grands tunnels percés dans le roc des rives. La figure 4 montre cet ensemble qui n'occuperait pas moins d'une centaine de mètres de longueur sur l'axe du fleuve.

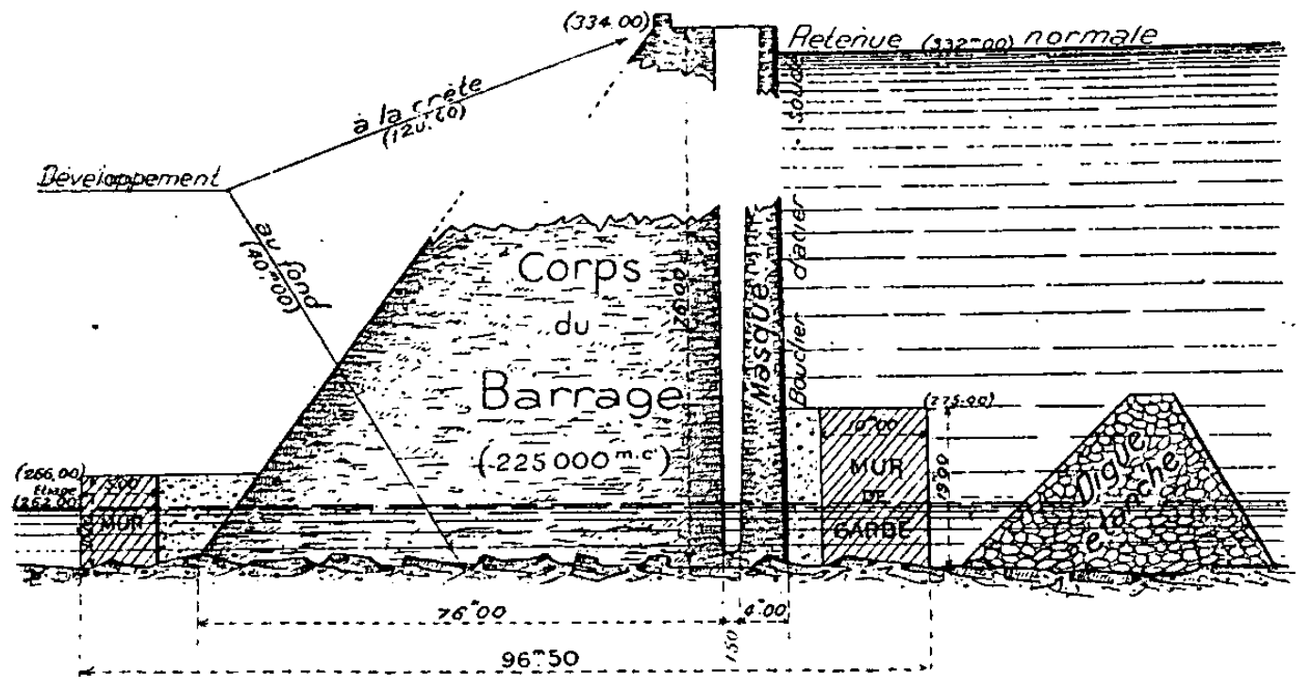


FIG. 4.

Une fois la maçonnerie du barrage suffisamment élevée, les tunnels latéraux seraient successivement obturés d'une manière provisoire au moyen de masques en charpente, et munis de vannes à lanterne, dont la manœuvre permettrait le remplissage progressif de la retenue.

Ce remplissage demande un volume d'environ 50 millions de mètres cubes. L'opération ne pourrait être entreprise en hiver (à moins de profiter d'une crue accidentelle à cette époque), sous peine d'affamer le Rhône en aval. Mais, dès que les eaux d'été se feraient sentir, soit vers la fin de mars, la mise en charge du barrage s'effectuerait facilement par une retenue moyenne de 20 mètres cubes à la seconde pendant un mois environ; et rien n'empêcherait, par le jeu des vannes dans les tunnels, de faire cette mise en charge aussi lentement qu'on le jugerait utile, principalement dans la partie haute de la retenue.

Canal et prises d'eau. — Le canal de prise partant du barrage doit avoir 60 mètres de largeur et 8 mètres de profondeur; il permettrait d'évacuer des crues de 1250 mètres cubes par seconde sans dépasser 3 mètres de vitesse, par quatre vannes terminales Stoney de 8 mètres sur 10 mètres qui seraient levées en cas de crue; un déversoir sinusoïdal de 110 mètres de développement complète les moyens de régulation.

Sur la rive gauche du canal sont prévues les vingt-quatre prises d'eau

en trois groupes de huit, chacune avec grillage et vanne de garde reposant sur un seuil surélevé de 2 mètres au-dessus du fond pour laisser filer latéralement les corps lourds, chaque vanne commandant une conduite forcée en tôle d'acier de 3 mètres de diamètre pouvant débiter 20 mètres cubes par seconde.

Usine génératrice. — L'usine, longue de 300 mètres, se développe sur la rive droite à partir du pied du barrage; elle doit recevoir vingt-quatre groupes hydro-électriques de 10.000 kilowatts tournant à deux cent cinquante tours et produisant du courant triphasé à 12.000 volts.

La construction des turbines de grande puissance a fait dans ces dernières années des progrès considérables; des unités de 10.000 H. P. et au-dessus abondent (Snoqualmie Falls, Schawnigan Falls, Electrical Development et C°, etc...) sous des hauteurs de chute de 40 à 80 mètres. Je viens d'en voir quatre à Svælgfos-Notodden (Norvège) et il ne peut y avoir aucun doute sur la possibilité d'en réaliser de pareilles à Génissiat avec les ressources, parfaitement suffisantes, de nos maisons françaises.

Régime du Rhône. — Il est généralement difficile d'évaluer exactement les débits d'un grand cours d'eau, surtout lorsqu'il est sous l'influence d'affluents torrentiels et que les fonds en sont mobiles. La plupart de ces difficultés disparaissent heureusement dans notre cas, grâce aux circonstances particulières que voici :

D'une part, en effet, le vaste bassin du Léman amortit toutes les crues d'amont; d'autre part, les services industriels de la ville de Genève, tant pour la satisfaction de leurs besoins propres que pour l'accomplissement des conventions intercantonales qui ont fixé les bases de la régularisation du lac, agissent non moins efficacement sur les basses eaux en prélevant sur le réservoir de quoi maintenir dans le fleuve un minimum notablement supérieur à l'ancien débit de ces basses eaux, et, d'ailleurs, parfaitement connu.

De plus, on possède une précieuse source de renseignements sur le Rhône lui-même à la Plaine, c'est-à-dire bien en aval de la jonction de l'Arve et près de la frontière. En ce point, le fleuve a subi toutes les influences régulatrices ou perturbatrices auxquelles il est soumis avant son entrée en France, c'est assurément le meilleur lieu d'étude du régime, et il se trouve, fort heureusement, que le Bureau hydrométrique fédéral Suisse y a fait un certain nombre d'opérations de mesure des débits (*) et y a installé un limnigraphe enregistreur. Les observations, régulières depuis juin 1899, fournissent une série de neuf années jusqu'à la fin de 1907.

(*) Les jaugeages exécutés à la Plaine ont conduit à la formule des débits que voici :

$Q = 27{,}301\ h^2 - 191{,}798\ h + 117{,}452$, dans laquelle Q exprime le débit en mètres cubes par seconde et h la cote donnée par l'échelle limnigraphique en mètres.

De plus, le lit du Rhône à la Plaine est relativement fixe; il s'ouvre, en majeure partie, dans des mollasses qui conservent longtemps leurs formes, ce qui permet de regarder la formule des débits comme à peu près invariable, du moins pour la période qui nous occupe.

Le débit caractéristique moyen (q_m), c'est-à-dire le minimum assuré pendant au moins la moitié de l'année, y varie entre 220 et 300 mètres cubes.

Le débit caractéristique d'étiage (q_e), c'est-à-dire celui au-dessous duquel le débit effectif ne descend pas plus de dix jours par an, y varie entre 113 et 132 mètres cubes.

Enfin, le minimum annuel varie entre 94 et 116 (ou entre 101 et 120 si l'on exclut les dimanches) et sa durée est en général très courte.

En effet, le service des Eaux de la ville de Genève profite de ce que, le dimanche, la demande d'énergie est moindre, pour économiser le contenu du réservoir pendant les basses eaux d'hiver. Il réduit la consommation, ce jour-là, en vue de faire remonter le niveau de la retenue et de prolonger l'effet régulateur du réservoir.

C'est pourquoi l'on constate, sur les relevés des débits quotidiens, une baisse fréquente pendant les dimanches d'hiver, où se manifeste ainsi souvent le minimum de l'année entière (par exemple dans les trois dernières années). C'est alors un minimum artificiel qui ne donne pas la véritable mesure des basses eaux lesquelles peuvent être sensiblement moins accusées. En 1905, par exemple, on a vu un minimum de 94 mètres cubes le dimanche 19 février, alors que le reste du mois, le débit est descendu deux jours à 110 mètres cubes, deux jours à 112 et s'est tenu tout le reste du temps à 115 et au-dessus. Il ne faut donc pas juger du régime des basses eaux par les minima absolus qui, en général, durent peu et se produisent souvent les dimanches.

Le tableau suivant indique, pour cette période de neuf années, la fréquence des divers débits (voir tableau ci-après).

Si, dans ce tableau, l'on fait (en partant de la gauche) les sommes successives des moyennes de la dernière ligne, on reconnait que le débit est descendu au-dessous de 240 mètres cubes en moyenne 172 à 173 jours par an.

C'est donc un peu plus de 240 mètres cubes qu'il convient d'adopter pour l'élément défini « *caractéristique moyenne* », c'est-à-dire pour le chiffre au-dessus duquel le débit se tient pendant plus de la moitié de l'année. C'est un élément d'un grand intérêt pour les installations hydrauliques qui ne disposent pas d'une grosse réserve et qui doivent vivre sur ce qui arrive d'amont à chaque instant. Pour celles, au contraire, qui disposent d'une réserve plus ou moins abondante, cet élément perd de son intérêt puisqu'un emprunt sur cette réserve peut combler les défi-

cits momentanés ; la notion du débit moyen par saison, par mois ou par semaine devient alors prédominante.

LIMITE de VARIATIONS des débits		Moins de 120 mètres cubes	De 120 à 140 mètres cubes	De 140 à 160 mètres cubes	De 160 à 180 mètres cubes	De 180 à 200 mètres cubes	De 200 à 240 mètres cubes	De 240 à 300 mètres cubes	De 300 à 400 mètres cubes	De 400 à 500 mètres cubes	De 500 à 600 mètres cubes	Plus de 600 mètres cubes	TOTAUX	OBSERVATIONS
Nombre de jours	En 1899. . .	0	4	51	43	37	46	17	79	55	31	2	365	Pour ces trois années les fréquences ont été relevées sur un tableau spécial fourni par le bureau hydrométrique fédéral.
	En 1900. . .	0	15	56	52	19	24	34	60	56	44	5	365	
	En 1901. . .	0	42	52	30	18	21	19	48	44	78	13	365	
	En 1902. . .	3	35	20	29	25	32	26	41	72	50	32	365	Pour ces quatre années, les débits de chaque jour ont été relevés numériquement sur les bulletins quotidiens donnant la cote de midi.
	En 1903. . .	4	10	50	50	32	56	29	39	44	40	11	365	
	En 1904. . .	17	49	19	50	11	20	22	63	25	38	52	366	
	En 1905. . .	37	37	10	12	29	29	37	53	38	54	29	365	
	En 1906. . .	17	37	46	44	16	22	33	68	23	57	2	365	Durées relevées sur les graphiques du service des Eaux de la ville de Genève.
	En 1907. . .	13	27	38	27	24	63	32	32	30	45	34	365	
TOTAUX pour les neuf ans . . .		91	256	342	337	211	313	249	483	387	437	180	»	
MOYENNES (en nombres ronds de jours) . . .		10	28	38	38	23	53	28	53	43	49	20	365	

Dans le cas actuel, la retenue, haute de 70 mètres, donne bien un réservoir d'une superficie de 380 hectares, mais son action régulatrice n'est pas aussi intense qu'on pourrait le supposer à première vue.

Dans la période des neuf années que j'étudie, la plus défavorable est l'année 1905, puisqu'elle donne moins de 120 mètres cubes pendan trente-sept jours et moins de 140 mètres cubes pendant soixante-quatorze jours. Du 1er février au 10 mars, on y constate constamment moins de 120 mètres cubes, sauf pendant sept jours ; c'est la série la plus défavorable de toute la période. Le débit moyen de ce mois de février n'est que 117 mètres cubes (avec un minimum de 94 mètres cubes le dimanche 19). Je me placerai donc dans les circonstances les moins favorables en raisonnant sur ce que l'on aurait dû faire si la retenue avait été constituée pour maintenir pendant cette série de mauvais jours (du 1er février au 10 mars 1905) un débit minimum constant de 120 mètres cubes par seconde. Il est bien entendu d'ailleurs que la répartition aurait pû en être toute diffé-

DATES — La lettre D désigne les dimanches	DÉBITS EFFECTIFS DU RHONE	PAR SECONDE — INSUFFISANCES OU EXCÉDENTS d'arrivée		PAR JOUR — EMPRUNTS OU RECONSTITUTIONS dans la réserve		VOLUMES MANQUANT à la réserve		ABAISSEMENT DU NIVEAU de la retenue		OBSERVATIONS
		pour faire 120m3-s. tous les jours **a**	pour 120 m3 dans la semaine et 100m3 le dimanche **b**	dans le système **a**	dans le système **b**	dans le système **a**	dans le système **b**	dans le système **a**	dans le système **b**	
	m3	m3-s.	m3-s.							
					FÉVRIER 1905					
1	115	— 5		432.000		432.000		0,12	**0,12**	On voit bien sur ce tableau que les gros déficits ont eu lieu surtout les dimanches. Le motif en a été indiqué dans le cours de ce rapport. On voit aussi qu'en limitant à 100 mètres cubes (au lieu de 120) le débit du dimanche (système **b**) on aurait beaucoup atténué les variations du niveau de la retenue dont l'abaissement maximum aurait été de 2m,35 (le 7 mars) au lieu de 3m,96 dans le système **a**. Lorsque le débit du fleuve a dépassé le minimum fixé, l'excédent est inscrit en italique avec le signe +. Les chiffres **gras** se rapportent au système **b** dans lequel le débit minimum serait réduit à 100 mètres cubes les dimanches ce minimum restant de 120 mètres cubes tous les autres jours. Il est facile de voir que cette combinaison ménagerait considérablement la réserve puisqu'elle économiserait 1m,60 de perte de charge au moment de la plus grande dépression de la retenue.
2	126	+ *6*		518.400		0		»	»	
3	122	+ *2*		172.800		0		»	»	
4	116	— 4		345.600		86.400		0,03	**0,03**	
5 D	116	— 4	+ *16*	345.600	1.382.400	432.000	**0**	0,12	»	
6	116	— 4		345.600		777.600	**345.600**	0,21	**0,09**	
7	124	+ *4*		345.600		432.000	**0**	0,12	»	
8	116	— 4		345.600		777.600	**345.600**	0,21	**0,09**	
9	116	— 4		345.600		1.123.200	**691.200**	0,30	**0,18**	
10	116	— 4		345.600		1.468.800	**1.036.800**	0,39	**0,28**	
11	116	— 4		345.600		1.814.400	**1.382.400**	0,48	**0,37**	
12 D	116	— 4	+ *16*	345.600	1.382.400	2.160.000	**0**	0,57	»	
13	116	— 4		345.600		2.505.600	**345.600**	0,66	**0,09**	
14	116	— 4		345.600		2.851.200	**691.200**	0,76	**0.18**	
15	110	— 10		864.000		3.715.200	**1.555.200**	0,98	**0,41**	
16	144	+ *24*		2.073.600		1.641.600	**0**	0,44	»	
17	132	+ *12*		1.036.800		604.800	**0**	0,16	»	
18	120	— 0		0		604.800	**0**	0,16	»	
19 D	94	— 26	— 6	2.246.400	**518.400**	2.851.200	**518.400**	0,76	**0,13**	
20	124	+ *4*		345.600		2.505.600	**172.800**	0,66	**0,05**	
21	116	— 4		345.600		2.851.200	**518.400**	0,76	**0,13**	
22	116	— 4		345.600		3.196.800	**864.000**	0,85	**0,23**	
23	118	— 2		172.800		3.369.600	**1.036.800**	0,89	**0,28**	
24	112	— 8		691.200		4.060.800	**1.228.000**	1,08	**0,46**	
25	110	— 10		864.000		4.924.800	**2.592.000**	1,30	**0,68**	
26 D	98	— 22	— 2	1.900.800	**172.800**	6.825.600	**2.764.800**	1,82	**0,73**	
27	112	— 8		691.200		7.516.800	**3.456.000**	2,00	**0,91**	
28	124	+ *4*		345.600		7.171.200	**3.110.400**	1,91	**0,83**	
					MARS 1905					
1	113	— 7		604.800		7.776.000	**3.715.200**	2,07	**0,98**	
2	113	— 7		604.800		8.380.800	**4.320.000**	2,24	**1,15**	
3	116	— 4		345.600		8.726.400	**4.665.600**	2,33	**1,24**	
4	103	— 17		1.468.800		10.195.200	**6.134.400**	2,73	**1,63**	
5 D	103	— 17	+ *3*	1.468.800	**259.200**	11.664.000	**5.875.200**	3,13	**1,56**	
6	105	— 15		1.296.000		12.960.000	**7.171.200**	3,49	**1,91**	
7	101	— 19		1.641.600		14.601.600	**8.812.800**	3,94	**2,35**	
8	126	+ *6*		518.400		14.083.200	**8.294.400**	3,80	**2,01**	
9	116	— 4		345.600		14.428.800	**8.640.000**	3,89	**2,31**	
10	132	+ *12*		1.036.800		13.392.000	**7.603.200**	3,60	**2,02**	
11	124	+ *4*		345.600		13.046.400	**7.257.600**	3,51	**1,93**	
12 D	101	— 19	+ *1*	1.641.600	**86.400**	14.688.000	**7.171.200**	3,96	**1,91**	
13	172	+ *52*		4.492.800		10.195.200	**2.678.400**	2,73	**0,71**	
14	156	+ *36*		3.110.400		7.084.800	**0**	1,88	»	
15	186	+ *66*		5.702.400		1.382.400	**0**	0,36	»	
16	230	+ *110*		9.504.000		0	**0**	»	»	
17	210	+ *95*		0		0	**0**	»	»	

rente dans les vingt-quatre heures, pourvu que le volume total journalier fût resté de $120^{mc} \times 86.400^{s} = 10.368.000$ mètres cubes.

Le tableau ci-après résume ce qui se serait ainsi passé : il aurait fallu compenser le déficit quotidien par un emprunt à la réserve, emprunt variable de 4 à 26 mètres cubes-seconde, lequel aurait abaissé le niveau de la retenue (*) de 1 mètre vers le 24 février, de 2 mètres au 1er mars, de 3 mètres le 5, de $3^{m},96$ le 12 ; enfin, à partir du 15 mars, le niveau normal aurait été reconstitué.

Ainsi, dans les conditions où l'on se trouve placé, le minimum de 120 mètres cubes aurait été maintenu constamment pendant la plus mauvaise période des douze années dont le régime est connu, à la condition d'avoir abaissé le niveau de la retenue d'une hauteur allant jusqu'à $3^{m},96$ et perdu naturellement la hauteur de chute correspondante. Nous allons voir quelles conséquences il faut en tirer pour l'évaluation des puissances.

Je supposerai que la retenue est fixée au niveau 332 comme le proposent les demandeurs ; il va de soi que si l'on adoptait un niveau moins élevé tel que 327 ou 328, il faudrait réduire proportionnellement les évaluations. Avec la retenue à la cote 332, la chute disponible à Génissiat, H sera de 69 mètres en basses eaux et de 67 mètres en hautes eaux, ce qui, en tenant compte de la baisse de niveau nécessaire pour maintenir 120 mètres cubes de débit comme on vient de l'expliquer (**) donne les puissances que voici :

	BASSES EAUX H = 69m			EAUX MOYENNES H = 68m			HAUTES EAUX H = 67m				
Débits par seconde .	m³ ⩽ 120	m³ 130	m³ 150	m³ 170	m³ 190	m³ 220	m³ 270	m³ 350	m³ 450	m³ ⩾ 500	
Durées moyennes annuelles	jours 10	jours 28	jours 38	jours 38	jours 23	jours 35	jours 28	jours 53	jours 43	jours 69	365 jours.
Puissances nettes. .	kw. 59.175	kw. 66.020	kw. 76.175	kw. 85.080	kw. 95.090	kw. 110.105	kw. 133.140	kw. 172.590	kw. 221.900	kw. ⩾246.500	

(*) Pour calculer l'abaissement du niveau provoqué par un emprunt déterminé, on tient compte de la diminution progressive de l'étendue superficielle du réservoir à mesure que la surface s'abaisse, elle est d'environ 1 hectare pour chaque baisse de 20 centimètres. La première tranche de 20 centimètres correspond donc à un volume de $3.800.000^{m2} \times 0^{m},20 = 760.000$ mètres cubes ; la seconde à $3.790.000^{m2} \times 0^{m},20 = 758.000$ mètres cubes ; la troisième à $3.780.000^{m2} \times 0^{m},20 = 756.000$ mètres cubes, et ainsi, de suite avec un volume réduit chaque fois de 2.000 mètres cubes par rapport au précédent.

(**) On a vu que dans la période la plus favorable (février-mars 1905) cette baisse aurait pu aller jusqu'à $3^{m},96$, soit 4 mètres en chiffre rond, cela aurait donné dans ce cas extrême une puissance nette de $\frac{120.000 \text{ l.} \times (69^{m} - 4)}{100} = 78.000$ HP $= 57.408$ kw. En dehors de ce cas très exceptionnel (une seule fois en neuf ans) la puissance minima eût été :

$$\frac{120.000 \times 69}{100} = 82.800 \text{ HP} = 60.940 \text{ kw., soit en moyenne } \frac{1}{2}(78.000 + 82.800) \text{ HP}$$
$$= 80.400 \text{ HP} = 59.175 \text{ kw.}$$

En résumé, le réservoir projeté à Génissiat permettra d'y utiliser une puissance d'au moins 59.000 kilowatts pendant les basses eaux et beaucoup plus le reste du temps. Cette puissance ne serait évidemment pas employée uniformément pendant les 24 heures de la journée puisque le réservoir permet de la répartir comme l'exigent les besoins à satisfaire; aux plus basses eaux, on pourrait avoir, par exemple, 30.000 kilowatts pendant 12 heures, 60.000 pendant 8 heures et 150.000 pendant 4 heures, de façon à franchir facilement la pointe quotidienne.

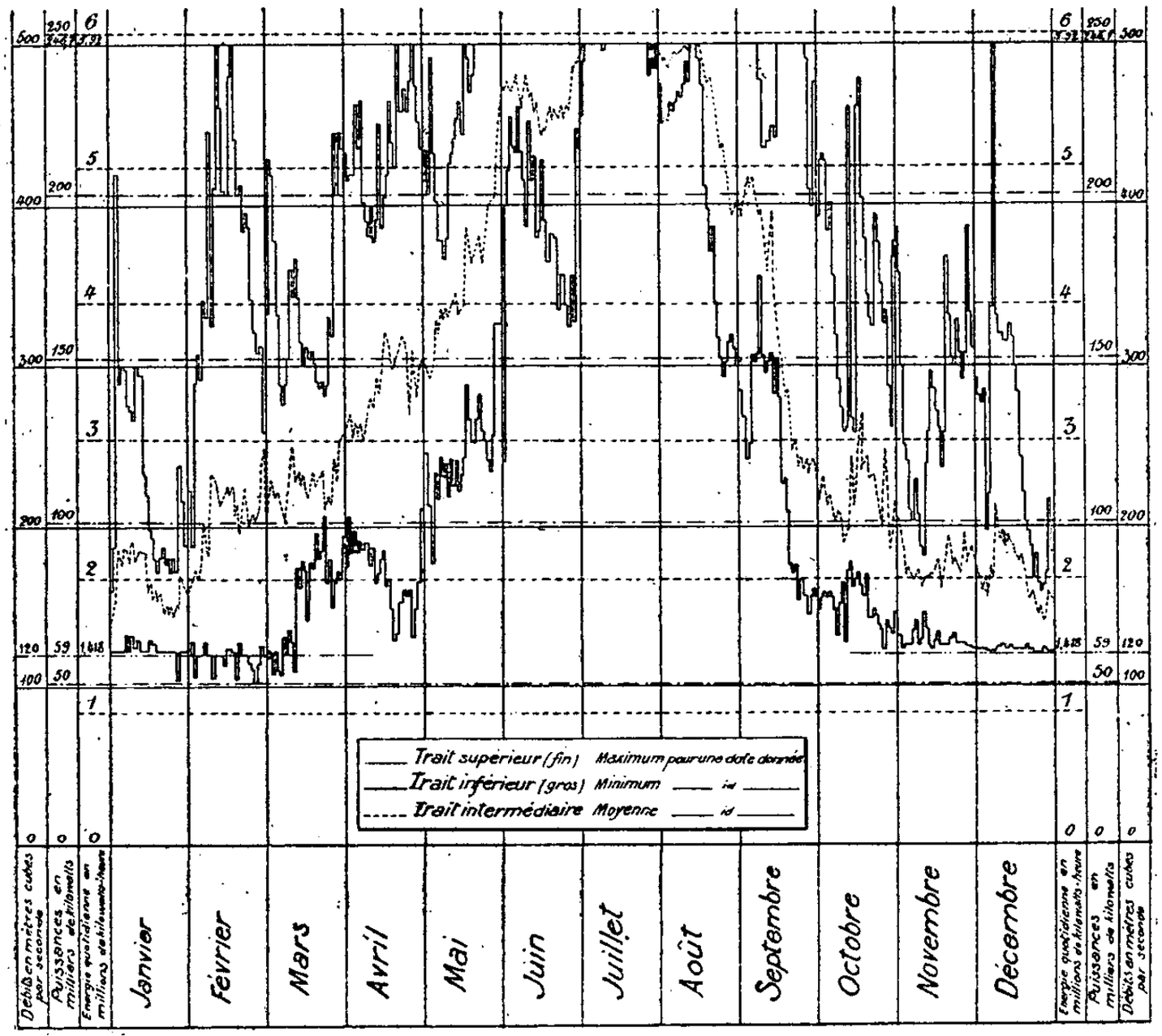


FIG. 5.

Pour bien apprécier la situation, il est intéressant de calculer la *quantité journalière d'énergie* qui correspond à la puissance disponible. Cette notion, lorsqu'elle est bien établie, donne, en effet, une idée tout à fait nette du régime économique d'une station et permet de juger, avec une entière précision, des services qu'elle peut rendre. C'est ce qu'exprime le graphique ci-après : la quantité d'énergie quotidienne, en kilowatts-heure, y est figurée à chaque date, telle qu'elle résulte de la hauteur de la chute et du débit effectivement constaté à cette date au cours des neuf années dernières; le trait supérieur correspond au maximum, le trait inférieur au

minimum, le trait intermédiaire à la moyenne arithmétique des quantités d'énergie à la date considérée. On voit par exemple qu'en juillet, il y a toujours plus de 5.920.000 kilowatts-heure par jour, que ce chiffre est encore assez souvent atteint et même dépassé en juin, en août et septembre, qu'au contraire en février et mars, il y a parfois moins de 1.400.000 kilowatts-heure dans la journée. Mais il importe de remarquer que l'usage du réservoir dont on a expliqué tout à l'heure l'économie, en permettant de maintenir un débit de 120 mètres cubes, c'est-à-dire une puissance d'au moins 59.000 kilowatts, assure un minimum de 1.418.000 kilowatts-heure dans les journées les plus défavorables de l'hiver. C'est le résultat qu'il importe de retenir.

Enfin, si l'on fait le *total de l'énergie disponible dans l'année entière* (en négligeant d'ailleurs tout ce qui correspond aux débits excédant 500 mètres cubes, parce qu'on ne parait pas de longtemps en mesure de les utiliser), on obtient environ 1.300.000.000 kilowatts-heure. Tel est l'ordre de grandeur de l'énergie qui s'offre à nous à Génissiat. On en appréciera l'importance si l'on réfléchit à ce qu'il faudrait brûler de charbon pour obtenir cette quantité d'énergie dans l'année : à raison, par exemple, de 1 kilogramme par cheval-heure moyen (ou $1^{kg},36$ par kilowatt-heure), ce seraient 1.800.000 tonnes ; à raison de 700 grammes par cheval-heure, ce seraient encore près de 1.300.000 tonnes. On peut dire que l'aménagement de la chute du Rhône à Génissiat équivaudra à la découverte d'une mine de houille produisant 1.500.000 tonnes par an, c'est-à-dire la moitié de la production du bassin d'Anzin. Jusqu'à ce jour, cette énorme richesse est demeurée inexploitée. Dans l'intérêt général de notre pays, on ne peut que souhaiter sa prompte mise en valeur.

***

Il me reste à parler de la partie électrique et de la partie économique du projet, je le ferai très brièvement.

Les 24 groupes générateurs de l'usine de Génissiat ont été étudiés d'abord en vue d'un transport en continu (système Thury), puis en vue d'un transport triphasé auquel les auteurs du projet donnent actuellement la préférence pour plusieurs raisons sérieuses (facilité plus grande des modifications, des groupements éventuels avec d'autres usines génératrices, meilleur rendement de la ligne aux faibles charges, applications beaucoup plus nombreuses et mieux connues, etc.).

Le courant issu des alternateurs à la tension de 12.000 volts, 25 périodes, serait porté à 120.000 volts entre fils dans une usine transformatrice située au-dessus de la gorge du Rhône et réparti sur 11 feeders dont 6 à destination de Paris et les autres des régions avoisinant le barrage.

Le transport sur Paris (400 kilomètres environ) se ferait par deux lignes

distinctes, chacune de six conducteurs répartis en deux groupes de trois câbles de 20 millimètres de diamètre, soit en cuivre avec âme en chanvre, soit en aluminium ; ce dernier métal procurerait, avec les cours actuels, une très forte économie ; les supports en acier ou en béton armé, simples ou doubles suivant les cas, seraient espacés de 150 mètres. Les isolateurs occuperaient les sommets de triangles équilatéraux de 3 mètres de côté ; plusieurs types ont été étudiés, notamment un système américain à suspension qui permet de multiplier autant qu'on le veut les garanties d'isolement ; celui qui semble devoir rallier les suffrages comporte un cône en acier muni de trois cloches superposées en porcelaine recouvertes d'un parapluie à bords arrondis.

La capacité kilométrique de chaque conducteur serait de 0,024 microfarad, le coefficient de Self 0,002 henry et sa résistance 0,113 ohm ; la chute de tension sur la ligne serait de 10,6 0/0 en pleine charge.

La fréquence de 25 parait avantageuse pour le transport et elle se prête assez bien aux combinaisons d'utilisation possible à l'arrivée.

Les lignes sur Paris sont prévues pour 100.000 kilowatts au départ, 80.000 à l'arrivée : elles pourraient être alimentées à pleine charge d'une façon permanente (24 heures par jour) pendant 8 mois de l'année, et pendant les 4 autres mois 8 heures par jour, après réserve de 10.000 kilowatts pour les besoins de la région voisine du barrage.

Le courant aboutirait dans Paris à une usine réceptrice où il serait convenablement transformé pour ses divers emplois ; il est bien entendu qu'on ne songe nullement à une vente au détail, mais seulement à des emplois en gros, tels que livraison aux services généraux d'éclairage et de traction, à des groupes industriels et autres gros consommateurs.

L'ensemble des dépenses à prévoir pour toute l'entreprise, barrage, usines, ligne de transport, achats de terrains, etc..., parait devoir s'élever entre 100 et 120 millions, ce qui ferait ressortir le prix de revient en capital de l'unité électrique rendue à destination : par kilowatt installé, entre 415 et 500 francs ; par cheval installé, entre 310 et 370 francs (*).

* * *

Je serais tenté de m'arrêter un moment sur les avantages que le projet fait ressortir au point de vue de la navigation, mais le temps me manque pour traiter ce côté de la question malgré l'intérêt qu'il offre ; il est certain, en effet, que le réservoir constituera un bief navigable magnifique long de 22 kilomètres, précisément dans la zone qui a opposé jusqu'ici les obstacles les plus infranchissables à tout essai de navigation (Perte du Rhône à Bellegarde) ; le projet réserve les emplacements nécessaires pour l'établis-

(*) Si l'on ne considère que la partie hydraulique : terrains, barrage, usine génératrice et turbines, le cheval hydraulique sur l'arbre des turbines reviendrait à environ 70 ou 80 francs en capital.

sement d'un ascenseur à bateaux au pied du barrage et il ouvre des aperçus extrêmement dignes d'attention sur la création d'une grande voie navigable reliant le Rhône au Rhin, par Lyon et Genève.

*
* *

Je n'entrerai pas dans les évaluations, nécessairement très incertaines, du rendement probable ou des prix de vente possibles, cela me conduirait trop loin et me ferait sortir des considérations purement techniques. Disons seulement que, quels que soient les avantages de l'entreprise et en mettant les choses au mieux, il ne faut pas du tout s'attendre à ce que l'adduction de l'énergie du Rhône fasse notablement baisser le prix de l'éclairage domestique dans Paris. Une économie de quelques centimes par kilowatt-heure est déjà énorme, mais il n'en résultera aucune baisse appréciable dans le prix de l'hectowatt-heure chez le petit consommateur, tout au plus quelques millimes, car on sait que le prix de la lumière relève d'une foule d'éléments fixes et que la dépense propre de l'énergie n'y entre que pour une assez faible part.

Il n'en demeure pas moins incontestable que l'aménagement de la chute du Rhône dotera notre pays d'un superbe bief navigable entre Lyon et Genève, d'une richesse équivalente à la découverte d'un important bassin houiller jusqu'à présent inconnu, qu'il apportera à la capitale une puissance considérable de nature à donner à ses industries des facilités nouvelles et à améliorer ses services publics, et qu'à tous ces points de vue sa réalisation est désirable.

Remarquons, enfin, que le prix de l'énergie demandée à la houille ne peut aller dans l'avenir qu'en augmentant, puisque l'extraction de ce précieux combustible, dont les réserves s'épuisent nécessairement, comporte une main-d'œuvre dont le prix augmente sans cesse ; tandis que l'énergie demandée à la houille blanche, qui ne s'épuise pas et où la main-d'œuvre ne joue qu'un rôle infime, s'achemine vers la gratuité et ne coûtera presque plus rien lorsque les dépenses de premier établissement se trouveront amorties. Il est donc d'une sage prévoyance d'en favoriser l'extension et de puiser dans ce réservoir providentiel qui se renouvelle indéfiniment et dont l'usage ne peut que devenir sans cesse moins coûteux.

Le projet de MM. Blondel, Harlé et Mâhl a donc une extrême importance ; par la grandeur de la conception comme par l'étude minutieuse des détails, il mérite l'attention de tous ceux qu'intéressent l'avenir économique et la renommée scientifique de notre pays : c'est pourquoi je me félicite d'avoir eu aujourd'hui l'honneur d'en exposer les bases devant l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

M. J.-B. RUBAUDO

Conseiller du Commerce Extérieur,
Gérant de la Société de Travaux de Ports et d'Entreprises maritimes (Marseille).

LA RÉFORME DU RÉGIME DES PORTS DE COMMERCE FRANÇAIS
ÉTUDE CRITIQUE SUR L'AUTONOMIE ADMINISTRATIVE A ORGANISER EN FRANCE

I. — Situation administrative des Ports de commerce en France

Parmi les questions qui intéressent le développement de notre marine marchande, l'une des plus importantes, est certainement celle du mode d'administration de nos principaux ports de commerce. Pour qu'un port réponde à toutes les exigences de la navigation maritime et puisse attirer le transit, il ne suffit pas qu'il soit désigné par sa situation topographique; il faut aussi que l'outillage et l'organisation de ses quais et des bassins répondent aux besoins du trafic à desservir et qu'il ne soit inférieur, ni comme administration, ni comme matériel à aucun des ports étrangers capables de lui faire concurrence.

La dimension des navires s'accroit dans des proportions considérables. En 1875, les plus grands paquebots transatlantiques jaugeaient 5.000 tonnes, leur longueur ne dépassait pas 135 mètres; les récents navires jaugent 24.000 tonnes et atteignent 230 mètres; ce mouvement progressif continuera et il est prudent d'envisager dans un avenir relativement prochain, l'existence de bâtiments jaugeant 30.000 tonnes avec une longueur de 300 mètres. Pour satisfaire à cette transformation continuelle, il faut remanier les bassins maritimes en leur donnant plus de surface et surtout plus de profondeur.

Ce n'est pas la seule question urgente à examiner. Dans les études d'aménagement futur, on devra ne pas oublier que le temps susceptible d'être économisé pour les opérations de manutention, est appelé à jouer un rôle considérable. Autrefois, un navire pouvait attendre plusieurs heures, parfois même plusieurs jours, pour ses travaux de chargement ou de déchargement : le temps qu'on y employait n'avait qu'une valeur relative, à cause des aléas provenant de l'irrégularité des voyages. Mais aujourd'hui il est indispensable d'y procéder avec une grande célérité.

Un paquebot d'une des grandes Compagnies de Navigation coûte, par jour d'armement, jusqu'à 12.000 francs, de simples cargo-boats peuvent coûter plus de 3.000 francs; dans ces conditions, on comprend combien le temps devient précieux et quel intérêt a l'armateur à rechercher un port dont l'outillage perfectionné lui permettra de gagner du temps, dans les ports à marée, en particulier, quelques heures de plus ou de moins affectées aux opérations pouvant faire perdre ou gagner une douzaine

d'heures pour les départs. Les commerçants ont donc un intérêt de premier ordre à faire transiter leurs marchandises par les ports les mieux installés. Une infériorité dans l'outillage, se traduit immédiatement par un détournement vers les ports dotés d'une organisation plus commode ou plus pratique.

Les formalités administratives jouent également un rôle important. Il y a tout intérêt à ce que l'ingérence des fonctionnaires d'un port soit aussi simple que possible et la manipulation des navires aussi libre que cela est compatible avec une bonne gestion locale. En France, on est très loin, sous ce rapport, de ce qui se passe dans les ports étrangers.

A Marseille, premier port de la Méditerranée, les navires ne disposent que d'emplacements très insuffisants pour l'accostage; dans plusieurs bassins, ils doivent se tenir perpendiculaires au quai; les mouvements des marchandises se font par l'aide de nombreux bateaux de servitude, mahonnes et chalands; de là, complication considérable de manutention avec d'énormes exigences de main-d'œuvre. Au Havre, les emplacements manquent totalement pour les opérations des lignes régulières de paquebots. Certaines d'entre elles ne peuvent se développer faute de pouvoir installer des magasins aux abords des quais. La situation est tellement précaire, que la Compagnie Générale Transatlantique a dû réduire la dimension des navires qu'elle avait projetés, afin qu'ils puissent entrer dans les principaux bassins du port.

Des efforts considérables ont cependant été faits en France depuis quelques années. L'accroissement des bassins et le développement de l'outillage des quais ont été sérieusement étudiés dans les programmes du Ministre des Travaux Publics. A quoi tient donc l'infériorité de nos ports? Le meilleur moyen de s'en rendre compte est de comparer nos procédés d'administration avec ceux des principaux ports étrangers.

En France, l'administration des ports de commerce est entre les mains de divers services de l'État; ce sont les pouvoirs publics qui décident tous les travaux à entreprendre, c'est l'État qui les exécute, les entretient et les surveille. C'est le budget de l'État qui paie toutes ces organisations maritimes; les projets de transformation sont exclusivement préparés par les fonctionnaires du gouvernement. Bien que l'Administration publique n'exploite pas elle même, elle réglemente sans cesse chacun des services dans ses moindres détails, au point qu'il faut un décret spécial du chef de l'État pour l'installation des appareils de manutention les plus minuscules. Une réforme est nécessaire, pour l'étudier examinons les différents modes de gérance des ports étrangers.

II. — Mode de gérance des Ports de commerce étrangers

Allemagne. — Les deux ports de commerce principaux de l'Empire sont Hambourg et Brême; ces ports s'administrent librement, sans que le gouver-

nement central intervienne dans aucun de leurs services intérieurs. Lors de l'accession de ces villes à la confédération germanique, le gouvernement allemand passa avec leurs municipalités une convention ratifiée par les lois des 15 février 1882 et 31 mars 1885, d'après laquelle l'État s'engage à participer dans une certaine mesure aux travaux et aux modifications devenues nécessaires. Une cinquantaine de millions de francs ont déjà été versés pour Hambourg et 15 millions environ pour Brême. Mais pour apprécier la valeur de l'effort local disons que, de 1880 à 1907, près de 350 millions de francs ont été dépensés à Hambourg ; à Brême, les dépenses ont atteint dans la même période 150 millions dont 25 affectés à l'amélioration du port en rade de Bremerhafen, situé à 70 kilomètres du port en estuaire de Brême.

Angleterre. — Le système anglais, pour l'administration des ports de commerce est très complexe et très varié. La plupart des ports peuvent être gérés par des corporations locales, par des comités, par des compagnies, par des municipalités ou enfin par la collectivité de plusieurs départements administratifs de l'État. Quand ils le sont par des corporations, les membres de la Direction reçoivent leur mandat des négociants et des armateurs de la ville ; à ces membres élus, il est adjoint une délégation des autorités locales ou gouvernementales, souvent aussi une représentation des propriétaires fonciers. Les municipalités n'administrent guère que Bristol, l'État qu'une douzaine de ports secondaires ; enfin les sociétés privées possèdent dans un certain nombre de ports, des docks, des hangars avec un outillage généralement bien installé.

Aucun port anglais ne se crée, ou ne se modifie, qu'en vertu du Parlement ; chaque loi impose les conditions pour la sauvegarde du domaine public et constitue le droit particulier de chacune des parties. Les lois générales sont en assez petit nombre ; c'est l'acte particulier de concession du Parlement qui autorise les expropriations et les taxations. Cet acte contient des clauses relatives aux tarifs, dont il fixe le maximum ; tout traitement de faveur ou de préférence injustifiée est interdit. Le Gouvernement peut, moyennant indemnité, révoquer la concession et l'accorder à d'autres.

En principe l'État reste étranger aux dépenses du premier établissement et d'entretien : mais il peut y contribuer par des subventions, des prêts, ou des garanties d'intérêts. Les subventions sont rares, les prêts portent intérêt couvrant le capital avancé.

Les taxes, souvent très élevées, sont nombreuses ; leur contrôle est assez difficile, ce qui permet des faveurs ou des remises particulières, presque toujours impossibles à déterminer, même par approximation. L'acte d'autorisation du Parlement stipule que tous les revenus doivent être consacrés à l'entretien et à l'amélioration du port. Toute personne qui se déclare lésée, a le droit d'attaquer en justice la gérance du port. Si les bénéfices réalisés par cette dernière semblaient exagérés, le pouvoir judiciaire peut intervenir auprès d'elle pour qu'elle affecte des perceptions à l'extension des travaux neufs ou d'entretien, ou à l'amélioration de l'outillage.

Ce système administratif, à côté de ses très grands avantages, a l'inconvénient de coûter très cher. La concurrence et le développement récents de certains ports étrangers commence à inquiéter l'opinion publique anglaise et lui donne une tendance accentuée à restreindre l'indépendance des autorités locales et à accroître le pouvoir du Parlement.

Belgique. — Anvers, le port principal, appartient à la municipalité, à l'exception des quais de l'Escaut, qui sont restés propriété de l'État. La muni-

cipalité a dans ses attributions l'entretien et l'amélioration de l'outillage, la réglementation et la police du port. L'État ne possède que les voies ferrées desservant les établissements maritimes, mais, par une combinaison administrative très favorable au commerce, ces voies ferrées sont à la disposition de la municipalité. La commission consultative du port, qui tient une séance par semaine, est chargée de la surveillance de tous les travaux et transformations à exécuter dans les bassins. Cette organisation permet une rapidité remarquable des opérations commerciales. Les sommes affectées aux améliorations sont très considérables : depuis 1877, la ville a dépensé 44 millions de francs pour des extensions, aussi le trafic a-t-il augmenté avec une rapidité surprenante. De nouveaux projets d'agrandissements sont à l'étude, portant de 21 à 60 kilomètres la longueur des quais à la disposition des négociants. Ils coûteront plus de 200 millions.

Hollande. — L'administration des ports de commerce est confiée aux municipalités qui possèdent une très grande liberté de gestion, plus grande même que celle des municipalités anglaises. L'État paie l'établissement des voies ferrées desservant les ports, ainsi que les frais des travaux d'accès.

Le municipalité d'Amsterdam a dépensé 150 millions de francs pour son port; celle de Rotterdam une centaine. En général, les villes de commerce de la Hollande font, pour l'extension des transports par mer, des dépenses énormes égales et souvent supérieures à celles de l'État. Il existe à Rotterdam une particularité remarquable : un impôt de 3 0/0 au profit de la ville sur le revenu des contribuables, pour combler les insuffisances des recettes du port.

Italie. — Le régime des ports de commerce italiens, autrefois assez peu libéral, s'est transformé par une série de modifications qui ont abouti, en 1903, à l'établissement dans les grands ports d'un système complètement nouveau, appliqué d'abord au port de Gênes, sous le nom de Consorzio. Dans cette combinaison, l'État, pour l'administration et les travaux du port, est pour soixante ans, l'associé des intéressés locaux et gère en commun l'outillage, les lignes de chemins de fér et les services du port.

Le Consorzio est ainsi composé : 1° l'État; 2° la province de Gênes et celles qui concourent aux dépenses du port; 3° la municipalité de Gênes et un groupe de communes voisines; 4° la Chambre de Commerce et des Arts de Gênes; 5° l'administration des chemins de fer du port de Gênes.

Les pouvoirs sont délégués à un Comité exécutif de six membres par un Conseil ainsi constitué : cinq représentants de l'État, cinq fonctionnaires membres de droit, douze membres de droit ou élus par les associés, un délégué de la Chambre de Commerce de Turin, un délégué de la Chambre de Commerce de Milan, enfin deux délégués des ouvriers dockers du port.

L'État nomme le Président du Consorzio auquel est assignée une indemnité fixé par un règlement. Il s'est engagé à fournir une subvention annuelle de 1 million de francs, s'augmentant de 10.000 francs par chaque fraction de 50.000 tonnes manipulées en sus de 5 millions de tonnes, avec maximum de 2 millions de francs.

Les travaux du port sont décidés jusqu'à 12.000 francs par le Consorzio; de 12 à 100.000 francs, ils doivent être approuvés par des fonctionnaires techniques spéciaux; au-dessus de 100.000 francs, par le Gouvernement; s'il ne s'est pas prononcé contre les projets dans le délai de trois mois, le Consorzio peut, de plein droit, les faire exécuter.

L'État s'est réservé le droit de contrôle sur tous les services du port; il peut

dissoudre le Consorzio, à condition de le reconstituer dans un délai maximum de six mois.

Les travaux du port de Gênes, depuis dix ans, ont coûté 130 millions de francs environ. Son augmentation de tonnage a été, dans cette période, de 210 0/0, celle de Marseille n'a été que de 153 0/0.

Cette expérience d'autonomie est trop récente pour être encore jugée avec précision et pour permettre de se prononcer définitivement sur les résultats que l'on pourra en obtenir. D'après les comptes rendus officiels du Consorzio, ils sont relativement satisfaisants, mais l'opinion d'un grand nombre de négociants intéressés se montre cependant hésitante sur l'avenir.

Un mémoire signé des sept associations les plus puissantes du pays, communiqué à la fin de 1905 au gouvernement italien, lui expose les doléances des industriels. Il insiste tout particulièrement sur les conséquences déplorables du régime réglementant le travail des ouvriers : le Consorzio serait dans l'incapacité absolue d'assurer la main-d'œuvre qu'exigent les transactions du port. La concurrence des entrepreneurs de manutention ayant été abolie, le monopole du Consorzio, loin d'être favorable aux opérations, n'aurait abouti qu'à l'impossibilité d'exécuter avec promptitude et économie les travaux les plus ordinaires. Les conditions du travail seraient tellement aléatoires qu'un certain nombre d'entreprises de navigation ne peuvent continuer à fréquenter le port, et l'arrêt des opérations de transbordement s'est déjà fait sentir en 1904. Toutefois, si le régime nouveau n'a pas donné à Gênes les bienfaits qu'en attendaient les promoteurs, il semble que, dans les autres ports d'Italie dotés d'institutions analogues, il a donné des résultats relativement satisfaisants.

Espagne. — L'impuissance du gouvernement espagnol, à faire les dépenses nécessaires au développement du port de Barcelone, a motivé une espèce d'autonomie municipale, rompant totalement avec le régime administratif antérieur.

Depuis 1870, un Conseil composé de représentants de la municipalité, de la province, de la Chambre de Commerce, de la Chambre d'Agriculture et d'Industrie, de la Marine de Commerce et de Services des Travaux publics, administre le port avec un véritable succès. Ses principaux éléments ont été adoptés par un certain nombre d'autres ports. L'État intervient peu dans la gérance, il se contente de donner des subventions au Conseil administratif lorsqu'il apprécie que cela est nécessaire.

III. — Les réformes administratives a opérer dans les Ports de commerce de la France.

Cet examen du régime des principaux ports de commerce étrangers, montre que les pays qui suivaient autrefois le système français, ont dû pour diverses raisons l'abandonner.

L'erreur de l'organisation française a été la dissémination des ressources budgétaires sur plus de soixante-dix ports, la plupart sans aucune importance. On a trop, dans les milieux locaux, l'idée que le budget de l'État est le patrimoine commun du pays et que chaque partie du littoral peut y puiser proportionnellement à son influence politique, sur l'insistance incessante des sénateurs et des députés, en faveur de leurs circonscriptions électorales.

Vers 1880, des chantiers de travaux maritimes furent ouverts sur presque tous les points de nos côtes. Mais bientôt apparut l'impossibilité absolue de les achever. En présence des difficultés budgétaires, les crédits subirent de regrettables mais inévitables réductions; de 58 millions accordés en 1883 au chapitre des travaux neufs concernant les ports de commerce, on dut les ramener à 19 millions en 1889; les travaux furent ralentis et même totalement interrompus pour certaines localités, d'où des pertes considérables par l'immobilisation de capitaux non utilisés.

Ces gaspillages se sont souvent renouvelés. L'ampleur du mal a été signalée, non seulement par les économistes qui se sont préoccupés des questions de travaux publics, mais aussi par les représentants les plus autorisés du monde commercial et industriel et par les Chambres de Commerce des principales villes de France.

Si l'on désire comparer la France aux pays étrangers, au point de vue des procédés et usages administratifs, on peut prendre comme exemple les ports de Dieppe et de New-Haven qui, tous deux dans les mêmes circonstances ont reconnu en 1883, la nécessité d'agrandir leurs bassins pour les services de passagers. A New-Haven, les formalités d'études préalables durèrent six mois et les travaux furent achevés en moins de dix ans; à Dieppe, la procédure administrative ne put commencer qu'après six ans de préliminaires et c'est seulement le 22 décembre 1903 que les travaux furent déclarés d'utilité publique. Ce sera pour le port français un retard de vingt ans sur le port anglais.

Cette lenteur provient de la complexité des formalités imposées en France à toutes les autorités administratives : les questions de travaux publics si peu importantes qu'elles puissent être, sont réglées à Paris par le Pouvoir central; les affaires s'accumulent dans les bureaux ministériels où elles sont examinées sans méthode.

Les divers programmes rédigés par l'État ont eu pour conséquence de grever le budget national de sommes énormes pour n'aboutir qu'à un état de choses déplorable. L'organisation des ports français est notoirement inférieure à celle de tous les ports étrangers. Le remède doit sortir de l'exagération même du mal.

Pour subvenir aux dépenses des travaux publics, l'État s'est vu dans l'obligation de demander aux Départements, aux Municipalités et aux Chambres de Commerce, d'abord des avances sans intérêt, ultérieurement de véritables subventions déguisées sous la dénomination de fonds de concours. Par suite des insuffisances budgétaires, les grands travaux décidés par les nouveaux programmes ne pourront plus être exécutés à l'avenir par l'État, que si les intéressés supportent au moins la moitié de la dépense prévue. Dans cette situation, est-il convenable que l'État n'abdique aucune parcelle de son autorité qui trop souvent ne se manifeste que par des

entraves? Il doit accorder à ceux qui consentent de si importantes subventions le droit de participer à la gérance des sommes qu'ils ont versées.

La participation obligatoire des intéressés aux dépenses a donné, d'ailleurs, des résultats qu'il y a lieu de signaler. Depuis qu'ils ont dû payer la moitié des frais, les petits ports de commerce n'ont plus demandé d'extension de travaux, que lorsqu'ils ont été convaincus qu'une rémunération effective pourrait rembourser leurs avances.

Pour compléter cette évolution économique il faut aller plus loin : les intéressés qui apportent les fonds doivent devenir les associés de l'État dans la mesure où le permet la réglementation constitutionnelle du pays. Il faut accorder à nos ports maritimes une autonomie aussi considérable que possible et étudier promptement un système par lequel la gérance des ports serait confiée à des sortes d'associations publiques dont la composition pourrait varier suivant les circonstances : c'est par ce procédé que l'on pourra soutenir et développer l'esprit d'initiative en France.

Il ne s'agit pas de demander à l'État d'abdiquer son autorité, mais seulement de l'aider, par des associations locales, à diriger sur place l'exploitation de chaque port. Les Chambres de Commerce, les Municipalités, les Départements, les Compagnies de chemins de fer aboutissant aux ports, les Sociétés corporatives professionnelles, sont des pouvoirs tout indiqués pour faire partie de ces associations. Il ne s'agit pas d'ailleurs de copier servilement les institutions des pays voisins; il faut voir ce qui, dans chacun de leurs éléments convient à nos régions françaises. Les institutions d'un peuple, l'organisation de ses ports, ne se constituent pas d'après des raisonnements théoriques, mais suivant les conditions éminemment variables de lieux, d'opportunité et de besoins commerciaux. Le projet de loi relatif à l'autonomie des ports présentés à l'examen des Chambres, n'aura de valeur que s'il laisse une liberté suffisante aux associations en leur conservant une grande souplesse dans les applications.

M. Jules HENRIET

LA BATELLERIE FLUVIALE ET LA SANTÉ PUBLIQUE

— 7 août —

La transformation du matériel de transport sur les voies fluviales françaises, est une question de haute actualité, qui préoccupe aussi bien les ingénieurs que les chefs d'entreprises et les usiniers. A la traction animale,

soit par hommes ou par chevaux, on cherche non sans succès, à substituer la traction mécanique.

Malgré les avantages réels que l'industrie du pays y trouverait, des résistances se manifestent incessamment contre tous les perfectionnements proposés. Elles proviennent surtout des milliers de petits propriétaires, des vulgaires bateaux-péniches qui circulent sur les rivières et canaux. Sous le prétexte de protéger une corporation professionnelle en décadence, dont les éléments se recrutent exclusivement dans des milieux populaires peu fortunés, certains représentants des assemblées politiques ont cru devoir, *a priori*, prendre la défense de la batellerie fluviale, sans se rendre un compte suffisamment exact, des raisons techniques et économiques qui s'opposent à son relèvement. Il ne faut pourtant pas oublier le grand public. La protection parfois un peu partiale des assemblées délibérantes, accordée à la batellerie fluviale française peut devenir dangereuse, surtout si on la considère au point de vue de l'hygiène publique.

Dans sa séance du 6 juillet 1908, l'Académie des Sciences a examiné cette grave question de : *La batellerie fluviale et la santé publique*. Le procès-verbal des discussions, dû à la plume de M. Henri de Parville, a été publié dans un des numéros du *Journal Officiel*. Ce document, court et substantiel, signale l'importance du débat soulevé. Dans l'intérêt du public, il y aurait certainement avantage à populariser les observations de l'Académie des Sciences, dont l'indépendance et le dévouement sont suffisamment caractéristiques pour écarter tout soupçon de parti-pris, envers la profession des transporteurs ambulants de la navigation intérieure. Les discussions de l'Académie des Sciences peuvent se résumer ainsi :

La loi d'hygiène de 1902 a oublié les chalands de la batellerie fluviale, cependant ces maisons flottantes constituent des types d'habitations très insalubres, plus dangereuses que toutes les autres, puisque leur mobilité les soustrait à l'observation et aux mesures de prophylaxie.

Ainsi la scarlatine, qui a fait tant de ravages à Paris, chemine tranquillement à l'insu de tous, à travers les méandres des canaux du nord de la France et de la Belgique. La maladie peut se répandre ainsi clandestinement, par le fait des mariniers que la loi n'oblige à aucune déclaration, surtout si l'on remarque que la principale préoccupation des propriétaires de bateaux est d'éviter toute visite administrative.

Il est d'observation certaine que les chalands, surtout quand ils sont anciens, renferment tous des rats, qu'ils reçoivent des autres chalands ou qu'ils prennent directement dans les ports, tels que Rouen, Dunkerque et Anvers. Si la peste était importée au Havre par un navire, elle se propagerait facilement à Rouen, d'abord, et ensuite à Paris, par la voie des péniches en circulation.

MM. Chantemesse et Borel ont déjà fait connaître, en 1905, le rôle de la

batellerie fluviale dans le transport du choléra de la mer Caspienne jusqu'à Berlin et Hambourg. Si le transport du choléra par les bateaux fluviaux, est un phénomène relativement rare, la transmission d'autres maladies contagieuses : scarlatine, variole, typhus, fièvre typhoïde, etc., s'observe beaucoup plus souvent et ne rencontre l'obstacle d'aucune mesure administrative spéciale.

Ces bateaux sont, du reste, des habitations insalubres au premier chef ; il suffit, dit M. Chantemesse, d'en visiter quelques-uns pour s'en convaincre. D'un tonnage brut ordinaire de 300 à 400 tonnes, ils portent en moyenne cinq à six personnes : père, mère, enfants et pilote. Tout ce monde vit entassé dans des cabines, dont la plus vaste, de $3^m,50$ sur $5^m,50$ et 2 mètres de hauteur, sert à la fois de cuisine, de salle à manger, de salle de réunion et de dortoir.

A ces conditions défectueuses s'adjoignent, dans tout le cours de l'année, l'action du froid et celle de l'humidité ; puis pendant les périodes de chômage, s'ajoutent les dangers de l'agglomération de nombreux bateaux sur le même point. Dans certaines stations du nord de la France on compte des groupements compacts qui peuvent atteindre jusqu'à quinze cents bateaux. En présence de cette situation, M. Chantemesse réclame l'application de mesures efficaces de prophylaxie analogues à celles imposées dans l'empire d'Allemagne, où les patrons de bateaux sont obligés non seulement d'arborer un drapeau jaune quand ils ont un malade à bord, mais aussi de subir de nombreuses visites médicales.

Il y a lieu de modifier la loi française de 1902 dans ce sens. Les chefs de famille, les logeurs et les patrons dans le cas de la batellerie, devraient être tenus comme les médecins, à la déclaration obligatoire des maladies transmissibles.

M. Jules HENRIET

LES ORIGINES DE L'INDUSTRIE FRIGORIFIQUE

— 5 août —

Les applications du froid artificiel à la conservation des denrées alimentaires, remontent aux premiers embryons de la civilisation. Chez les peuples des mégalithes ou de l'âge du bronze, le froid artificiel s'obtenait dans les grottes, cavernes et souterrains, par des aménagements d'eau courante, dont l'évaporation provoquait des déplacements d'air pouvant réaliser une véritable ambiance de fraîcheur.

La conservation par le froid, des produits alimentaires susceptibles d'une prompte fermentation, est signalée dans les ouvrages les plus anciens. Les Égyptiens ont connu et vulgarisé les propriétés siccatives des basses températures. Pour suspendre la fermentation des matières organiques, ils se servaient des mélanges réfrigérants composés avec le sel de natron; ils étaient surtout très attentifs à empêcher les influences de l'air atmosphérique sur les corps, ou les objets qu'ils se proposaient de garder. C'est dans les temples sacrés de Memphis, de Thèbes et d'Héliopolis, que les premiers principes de la chimie se sont manifestés, puis graduellement développés.

Le peuple celte, dernier substratum des innombrables nationalités qui ont successivement traversé l'Europe, après s'être fixé d'une manière définitive dans les contrées de l'Occident, créa des établissements commerciaux dignes d'attention et s'occupa avec succès de la conservation des produits alimentaires, d'abord par les procédés du fumage, et ensuite par les méthodes de dessiccation calorique. Les Celtes industrialisèrent la fabrication des fromages dans les gorges du massif montagneux du Rouergue. Autour des petites agglomérations rurales de Roquefort, les paysans creusèrent des grottes et des magasins dans le rocher; ces excavations étaient destinées à conserver les laitages au moyen des basses températures. Auprès de leurs principales stations commerciales, les Celtes firent de vastes entrepôts, soit directement dans le sol, soit sur le flanc des collines. On remarque encore, après des siècles d'usage, les magasins et silos d'Alésia, d'Amboise, de Poitiers et autres centres de marchés, qui servaient à la conservation des denrées de consommation et surtout aux approvisionnements de céréales.

Les études spéculatives des Grecs, développèrent considérablement les premières observations scientifiques consignées par les Égyptiens. C'est dans les écoles philosophiques de l'Hellade et de ses colonies, que l'on trouve les éléments de la chimie rationnelle. Les savants de l'Attique, du Pélopénèse, de l'Asie Mineure et de la Grande-Grèce italiote, firent des recherches sur les propriétés physiques et biologiques de l'eau, ainsi que sur les théories du vide et sur la nature cosmologique des atomes.

Pendant les premiers siècles de l'ère vulgaire, les Romains étendirent leur pouvoir sur toutes les populations fixées aux alentours de la Méditerranée; ils prolongèrent dans tous les pays les magnifiques voies de communication ayant Rome pour point de départ. Sur le parcours de ces voies substituées aux routes locales, on retrouve des outils en pierre taillée et en pierre polie, des instruments en bronze et en fer, ainsi que des cavernes, des magasins et des silos, destinés à l'alimentation des marchés et aménagés pour la conservation par la fraîcheur, des produits de consommation promptement périssables. Pour la garde de leurs approvisionnements par-

ticuliers et publics, les Romains firent construire d'énormes glacières souterraines, dans lesquelles ils conservaient des neiges provenant des hautes montagnes du nord de l'Italie. Le transport des neiges se faisait la nuit dans des véhicules enveloppés de paille. Les neiges du mont Etna étaient très recherchées, leur garde et leur vente étaient réservées aux Flamines de la religion romaine : les membres du clergé catholique, qui succèdent aux prêtres d'autrefois, ont conservé sans interruption le même privilège.

Les troubles profonds, causés par les invasions sans cesse renouvelées sur les domaines de l'empire romain, par des peuplades germaniques encore vagabondes, ruinèrent progressivement les procédés industriels en usage à cette époque. Les souterrains et les silos de réserves, si bien aménagés en vue de la fraîcheur, par des administrations urbaines prévoyantes, disparurent pour longtemps, en ne laissant souvent que des masses de débris informes sur leur sol abandonné.

Au commencement du cinquième siècle, Saint-Patrice, apôtre de l'Irlande, propage les méthodes de conservation des beurres et fromages, à l'aide de la réfrigération par la glace. Le gouvernement irlandais de ce temps, exonère de toute redevance d'impôts les produits réfrigérés destinés à la consommation locale.

Une rupture complète de relations, entre le foyer scientifique grec et les nouvelles nations de l'Europe, se produisit avec les perturbations politiques qui causèrent la chute de l'empire romain. Jusque vers le dixième siècle de l'ère chrétienne, l'ignorance des peuples celto-latins est extrêmement profonde. L'étude des phénomènes de la nature ne fut reprise en Occident, que par l'intermédiaire des Arabes qui transportèrent le savoir hellénique en Espagne et en France, par l'Égypte, la Berbérie et le Maroc.

Dans le cours du douzième siècle, sur l'initiative des puissantes abbayes de la Provence et du Languedoc, les moines du Mont-Majour d'Arles, de Psalmody d'Aiguesmortes et du Roussillon, entreprennent le desséchement et l'irrigation des marécages de la basse Durance, du bas Rhône et de la plaine de Perpignan. Les cultures intensives de fruits, légumes et primeurs se développèrent rapidement en apportant la richesse pour toute la contrée. Sous l'administration attentive du gouvernement de saint Louis, l'extension donnée aux travaux d'utilité publique fut l'origine d'une remarquable prospérité agricole, commerciale et industrielle. Les grottes naturelles des contreforts des Cévennes et de l'Estérel près de Fréjus, sont de nouveau utilisées pour servir d'entrepôts réfrigérants.

Au treizième siècle, dans les Universités de Salamanque, de Toulouse et de Paris, les maîtres en alchimie organisent d'importants laboratoires pour les manipulations et les analyses. L'Allemand Albert de Bollestaedt, dit Albert le Grand, fut un des premiers chimistes qui détermine les propriétés de l'affinité des corps. En 1267, le moine anglais Roger Bacon, dans son

traité d'histoire naturelle, intitulé : *Sylva Sylvarum*, consacre un chapitre à des expériences destinées à produire du froid artificiel. A partir de cette époque, les recherches sur les procédés de réfrigération devinrent véritablement scientifiques, mais, les applications usuelles des basses températures restèrent encore assez longtemps dans le domaine du vulgaire empirisme. La méthode des silos creusés dans le sol, pour maintenir les denrées dans un milieu de fraîcheur relative, ne disparut qu'avec les forteresses seigneuriales où les magasins d'autrefois sont aujourd'hui désignés sous le nom d'oubliettes, par l'ignorance populaire.

Vers 1310, le Majorquais Raymond Lulle, après avoir parcouru l'Espagne et l'Afrique du Nord, fit des études sur les sucs de fruits et proposa des méthodes pour prolonger la conservation des denrées alimentaires.

Pendant le quatorzième siècle, un mouvement de progrès semble se manifester en France. Les principales villes rédigent des réglementations concernant les abattoirs, tueries et échaudoirs de bouchers; des arrêtés du prévôt de Paris sont pris en 1366 et en 1376, pour protéger le lit de la Seine contre les détritus des bouchers ayant des établissements sur la rivière. Une ordonnance du prévôt de Paris, éditée en 1390, fait défense de falsifier les denrées, tout particulièrement les beurres et fromages; mais, de plus, il défend de conserver les produits d'alimentation en prolongeant leur fraicheur par des moyens artificiels.

La connaissance des phénomènes de la congélation des liquides, reste d'ailleurs assez obscure jusqu'au dix-septième siècle, époque où la renaissance des études générales permit aux chercheurs de ces temps avides d'observations, de perfectionner les rudimentaires et grossiers instruments de physique dont on disposait dans les laboratoires.

En 1609, l'Italien Galilée, invente le thermomètre à air, pour la mesure des variations de température. En 1662, l'Anglais Robert Bayle, consacre sa vie et son immense fortune à des expériences de physico-chimie, notamment sur la production du froid artificiel par la préparation des mélanges réfrigérants. En 1685, le Français Philippe de Lahire, par des leçons professées au Collège de France, popularise les phénomènes de la congélation de l'eau sous l'influence du sel ammoniac mouillé.

Dans le cours du dix-huitième siècle, la somme des connaissances physiques reçut un large développement basé exclusivement sur les travaux des deux ou trois générations précédentes. Gabriel Fahrenheit invente le thermomètre à mercure en 1714. Le point de départ de sa graduation, a été obtenu par un mélange d'eau, de sel et de glace, que l'on supposait alors être le zéro du froid absolu. Le second point de comparaison correspond à la température moyenne du corps humain.

En 1731, le physicien français Réaumur, après avoir fait des recherches sur des procédés pour la conservation des œufs, proposa une nouvelle

graduation du thermomètre. Son zéro fut déterminé par la température de la glace fondante l'autre point de comparaison est la température de l'ébullition de l'eau, et l'intervalle est divisé en 80 degrés.

Le mathématicien suédois André Celsius, en 1735, le physicien Strœmer d'Upsal en 1745, proposent d'adapter une division centigrade au thermomètre de Réaumur.

En ce qui concerne les études sur le froid, on doit signaler plus particulièrement les expériences du professeur anglais William Cullen, faites en 1755, sur la congélation de l'eau par le vide d'une machine pneumatique et les expériences de Nairne, autre professeur anglais, faites en 1765, sur la rapide absorption en vase clos, de la vapeur d'eau par l'acide sulfurique.

Les agitations sociales de la fin du règne de Louis XVI ainsi que les troubles causés par la révolution française, dont la répercussion se fit sentir dans toute l'Europe, furent peu propices aux spéculations savantes. Pendant une trentaine d'années, les recherches dans les sciences d'observation, ne donnèrent que des résultats à peu près nuls. C'est le dix-neuvième siècle, si fécond en inventions de toutes sortes, qui a repris les études spéciales sur la production du froid artificiel et sur les applications commerciales de la conservation des denrées alimentaires, par le procédé des basses températures.

M. Paul RAZOUS

Licencié ès sciences mathématiques et physiques, Lauréat de l'Académie des Sciences.

UTILISATION DES FORCES NATURELLES ET LA PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ

— 8 août —

Dans un nombre de plus en plus grand d'opérations industrielles, les quantités d'électricité mises en jeu sont considérables ; comme la question du prix de revient est prépondérante, les ingénieurs et les savants cherchent à produire l'énergie électrique par l'emploi de diverses forces naturelles.

Les forces naturelles s'offrent à nous sous divers aspects. Ce sont les chutes si fréquentes dans les pays montagneux, le débit des fleuves et des rivières, la force du vent, la puissance des vagues, le mouvement périodique des marées, la différence de potentiel entre le sol et un point de l'air, la chaleur solaire.

***

Le Dr C. Ballod, professeur à l'Université de Berlin, a donné récemment

dans la *Revue économique internationale*, quelques chiffres sur la réserve de force motrice hydraulique de certains pays.

La France, par exemple, possède, rien que dans les cours d'eau alpestres, une force d'environ 3 millions de chevaux. Sa puissance hydraulique disponible, évaluée en eau d'étiage ou eaux moyennes serait comprise entre 4 millions et demi et 10 millions de chevaux sur laquelle on n'en utilise que 800.000.

En supposant même qu'il faille consacrer 3 à 4 milliards de francs à la construction de puissants barrages pour la captation et la régularisation de force hydraulique, semblable dépense serait, à la longue très productive. Si on tient compte de ce que, par la transformation en électricité par la conduite à plusieurs centaines de kilomètres et à la retransformation en énergie, un tiers environ de la force initiale peut se perdre, il est certain que 2 millions de chevaux-vapeur en constante activité suffiraient très amplement à pourvoir de force motrice toutes les fabriques et tous les chemins de fer français.

En ce qui concerne l'éclairage des petites villes, il existe, dans plusieurs départements et notamment dans l'Orne, l'Eure, le Calvados, l'Eure-et-Loir, la Manche, la Mayenne, la Sarthe et la partie au nord de la Loire, du Maine-et-Loire, des chutes aménagées d'une force totale de 81.500 chevaux, dont 32.500 seulement sont utilisés. Parmi ces départements, qui utilisent le mieux l'énergie hydraulique, la Manche et l'Eure en disposent environ de la moitié. Comme les rivières utilisant ces chutes présentent l'avantage d'avoir leur maximum de débit pendant la période des longues nuits, et leur creux de sécheresse en été, période des longs jours, l'emploi de l'énergie hydraulique et la production de l'énergie électrique semblent devoir bien réussir dans les départements considérés. Les moulins dont la force hydraulique reste inutilisée depuis l'adoption des moteurs à vapeur pourraient trouver là une nouvelle source d'activité.

En Italie, qui a 4 millions et demi de puissance disponible, il n'y a seulement que 300.000 chevaux utilisés. Dans ce pays, les chutes de 10.000 chevaux sont assez nombreuses.

L'évaluation de la puissance hydraulique de la Suisse est incomplète. On y utilise environ 300.000 chevaux. Il y a moyen d'y capter des forces considérables par exemple dans la haute Engadine, dont l'altitude est de 1.700 à 1.800 mètres, ainsi que dans le cours supérieur du Rhin et du Rhône.

D'après quelques rapports, d'ailleurs insuffisamment documentés, les cours d'eau de Norvège représenteraient une force hydraulique de 28 millions de chevaux-vapeur, ceux de la Suède 8 à 10 millions.

L'ensemble des cours d'eau de l'Allemagne renfermerait théoriquement 10 millions de chevaux-vapeur. Il est toutefois certain que rien que le Rhin, depuis Bâle jusqu'à Mannheim, pourrait produire trois quarts de million de chevaux-vapeur, que, pour une différence de niveau de 150 mètres, le débit moyen par seconde est d'environ 500 mètres cubes et que, pratiquement, c'est-à-dire déduction faite des déperditions, un mètre cube représente par mètre de différence de niveau une force de 10 chevaux-vapeur. Les cours d'eau de la haute Bavière ont une forte différence de niveau.

La Russie aurait une réserve de 11 millions de chevaux et sur lesquels 85.000 sont seulement mis au service de l'industrie.

La Grande-Bretagne et l'Espagne utilisent chacune environ 70.000 chevaux. L'Amérique du Nord possède, dans la seule cataracte du Niagara, qui déverse, d'une hauteur de 45 mètres, 6.400 à 7.700 mètres cubes en moyenne à la seconde, 5.133.333 chevaux-vapeur, chiffre qui tomberait à son tour de 2 à 2 mil-

ions et demi de chevaux-vapeur à l'endroit de l'utilisation. Toujours est-il]u'une force continue de 2 à 2 millions et demi de chevaux-vapeur suffirait)robablement à remplacer les 8, 7 millions de chevaux des machines à vapeur fixes :xistantes dans l'Amérique du Nord. Mais la différence de niveau totale de la ·ivière Niagara, depuis le lac Érié jusqu'au lac Ontario est de plus de 100 mè-.res : la force totale pratiquement utilisable pourrait donc bien, grâce à quel-]ues travaux hydrauliques appropriés, s'élever à 5 millions de chevaux-vapeur :ontinus, c'est-à-dire plus qu'il n'en faut actuellement à l'Amérique pour tous es établissements industriels et tous les chemins de fer.

Le Niagara, offre, en outre, le grand avantage que les lacs américains consti-.uent de véritables et immenses réservoirs naturels pour les eaux et qu'il ne 'audrait donc qu'un simple barrage, de façon à pouvoir régler, à volonté, le lébit de l'eau pour toute l'année et à pouvoir la prendre au moment où les établissements industriels l'emploieraient le plus utilement. Jusqu'à présent, on ı utilisé, au Niagara, à peine 200.000 chevaux.

Sans aucun doute, la réserve dynamique la plus importante pour l'avenir se trouve dans les cours d'eau et dans les lacs d'altitude.

Que l'on songe donc qu'il serait possible, un jour, d'utiliser les rapides et les chutes d'eau du cours inférieur du Congo et de les transformer en électricité que l'on pourrait conduire en Europe. Le fleuve Congo a certainement un débit moyen de 6.000 à 7.000 mètres cubes d'eau par seconde. S'il était barré au-dessus des chutes et forcé de former un lac dont on pourrait régler le débit d'une manière uniforme pour toute l'année, la différence de niveau de 280 mètres dans le cours inférieur pourrait produire théoriquement 16 à 20 millions de chevaux-vapeur continus, c'est-à-dire autant qu'en emploient aujourd'hui tous les établissements industriels et tous les chemins de fer du monde. Cette utilisation des chutes du Congo exigerait naturellement des ouvrages d'art qui coûteraient plusieurs milliards.

Dans l'Amérique du Sud, on a déjà songé à recueillir la force renfermée dans les eaux du lac Titicaca situé à environ 4.000 mètres d'altitude son débit d'eau n'est, il est vrai, que de 100 mètres cubes à la seconde, mais, par suite de sa grande élévation, ce lac pourrait bien produire 4 millions de chevaux-vapeur.

Il faut songer, pour l'avenir, à recueillir la force représentée par les cours d'eau du Thibet, qui dévalent aussi d'une hauteur de 4.000 mètres.

De même, le lac Gokstcha, dans le Caucase, pourrait fournir un à deux millions de chevaux étant donné qu'il se trouve à environ 1.900 mètres d'altitude.

Le prix de revient de la force hydraulique est très variable, par suite de la dépense plus ou moins grande qu'exige l'aménagement des chutes d'eau. D'après M. C. D. Gray, les frais d'établissement d'un moteur hydraulique, sans le barrage, oscilleraient entre 125 et 350 francs par cheval-vapeur, avec le barrage le même ingénieur estime que la dépense moyenne serait de 414 francs. Quant au prix de revient du cheval-heure, MM. Dumont et Baignères admettent qu'il varie, en France, entre 1 centime et 3 centimes. Les chiffres qui précèdent, par suite de l'écart assez grand qui existe entre le maximum et le minimum, permettent difficilement de se rendre compte de la dépense approximative résultant de la création d'une usine hydraulique. Le seul moyen permettant de faire une évaluation plus

exacte de la dépense qu'entraînerait l'établissement d'une usine hydraulique dans un endroit déterminé consiste à évaluer séparément le prix du barrage et celui de l'écluse qu'il faut construire si la rivière est navigable, les frais d'établissement du canal de dérivation et de diverses vannes, le coût des turbines ou autres moteurs hydrauliques pour les usines hydrauliques qui vont capter les chutes d'eau en pleine montagne. Il faut encore ajouter aux frais d'acquisition des turbines la dépense occasionnée par les bassins de décantation où l'eau dépose les matières qu'elle a entraînées, le coût de la canalisation qui précipite l'eau du point de captage sur les turbines, etc.

***

La force du vent peut être captée par des turbines à vent qui atteignent de 4 à 8m,50 de diamètre de roue et qui fonctionnent d'une façon sûre ; il existe notamment en Allemagne, d'après M. Paul Lattig, des turbines à vent, en acier, à bon rendement, construites par les usines Rodolphe Brums, de Dresde, et qui permettent d'actionner des moteurs électriques producteurs de lumière ou de force.

***

Les vagues peuvent acquérir une force considérable. Ainsi l'on a constaté aux Iles Shetland que des blocs de 13 tonnes ont été poussés jusqu'à 20 mètres au-dessus du niveau des hautes mers en gravissant une longueur totale de 120 mètres. Aujourd'hui, les ingénieurs sont d'accord sur les points suivants : l'effort maximum des vagues se produit vers le niveau de la mer supposée en repos, ce qui correspond au niveau moyen dans les mers sans marée, et entre la basse mer et la haute mer dans les mers à marée.

L'effort des vagues diminue très rapidement au-dessus et au-dessous du niveau où se produit l'effort maximum.

Dans les circonstances ordinaires, la pression des vagues par mètre carré est de 6.000 kilogrammes, mais, dans les localités très exposées, il faut compter au moins 30.000 kilogrammes.

Toutes les tentatives faites en vue d'utiliser les vagues pour la production de l'énergie électrique n'ont donné encore aucun résultat. Il semble toutefois que si l'on envisageait le captage des pressions exercées par les éléments de la vague contre les pistons logés dans des cylindres, on pourrait peut-être, par une coordination de ces mouvements engendrer une force motrice résultante très appréciable.

***

Le mouvement périodique des marées a été d'abord utilisé pour l'entretien des ports et pour éviter que le sable ne vienne en fermer le chenal. A cet effet, on met en communication avec la mer montante des réservoirs spéciaux qui s'emplissent et que l'on ferme dès que la mer commence à

baisser ; l'orifice est ensuite ouvert à basse mer et laisse échapper un flot torrentiel qui se précipite dans le chenal et entraîne jusqu'à l'extrémité des jetées la vase, le sable et le galet ; le courant s'épanouit quand il a dépassé la tête des jetées, et il abandonne les matières entraînées, qui sont reprises en partie par les courants littoraux.

A Dunkerque, pour améliorer l'effet utile des chasses, on constitue une sorte de jetée basse, mobile, constituée par des *guideaux* en sapin, que l'on oriente au moyen d'ancres et d'aunières, deux heures environ avant la basse mer. Le mètre courant de jetée mobile revient à 411 francs. La puissance des chasses de ce port atteint 2.210.000 mètres cubes par chasse, soit un flot de 820 mètres cubes par seconde.

Dès l'année *1869*, *M. Ferdinand Tommasi* a publié une intéressante étude sur le *flux moteur de la marée employée comme force motrice* à n'importe quelle distance de la mer. Le système proposé dans cette étude était basé sur le principe suivant : si, moyennant un tuyau placé horizontalement et au-dessous du niveau moyen des basses mers aux syzigies, on met en communication les eaux de la mer avec un récipient fermé, dont la base inférieure se trouve au même niveau que le dit tuyau et la partie supérieure à une hauteur correspondant au point qui sert de base à l'unité de hauteur de la marée, il est évident que dans ce récipient il y aura toujours de l'eau, dont le niveau, s'élevant avec celui de la mer, se trouverait à la hauteur de sa partie supérieure, en même temps que la mer *à la moitié* de son mouvement ascentionnel, si l'on donnait à l'air qui remplit le dit récipient une issue convenable, pour qu'il pût en sortir au fur et à mesure que l'eau y pénètre. Mais *si, au contraire, on ferme hermétiquement ce récipient*, il est hors de doute que l'air qu'il contient, empêchant l'eau qui couvre son fond d'élever librement son niveau, subira une *compression* d'autant plus forte que le niveau de la mer sera relativement plus élevé. Il en résulte que si on met alors en communication, moyennant un tuyau, la partie supérieure dudit récipient avec le tuyau d'admission d'un appareil moteur exactement semblable à une machine à vapeur, le piston de cet appareil sera poussé avec une force proportionnelle à sa base et à la tension de l'air renfermé dans le récipient, tension qui est elle-même proportionnelle au poids représenté par l'élévation de l'eau de la mer.

Or, en déterminant les dimensions de la base de ce piston de manière qu'elles soient en proportion avec la quantité de travail que l'on désire en tirer, et avec la tension que l'air du récipient aura acquise par la pression de l'eau, alors que la mer aura atteint un point donné de son mouvement ascensionnel, il arrivera nécessairement qu'à partir de ce point donné, et jusqu'à la fin du flux, le piston susdit marchera toujours avec la même puissance puisque, au fur et à mesure que l'eau qui pénètre dans le récipient élève son niveau, le niveau de la mer s'élève aussi et dès lors *la diffé-*

rence entre les deux niveaux restant toujours la même, la pression et par conséquent la puissance qui en résulte doit être toujours égale et constante.

Ensuite, si, pendant que ce travail s'effectue, on laisse librement entrer l'eau de la mer *dans un autre récipient superposé au premier*, également fermée, dont le fond est le même que le couvercle de l'autre et qui a sa partie supérieure à la hauteur que la mer atteint à la moyenne des marées aux syzygies, et que, ce récipient étant rempli, on ferme le robinet qui, donnant libre issue à l'air, permettait à l'eau de la mer d'y pénétrer, il doit en résulter que la *mer en descendant laissera ce récipient plein d'eau* et que lorsque le niveau de la mer sera assez descendu pour qu'elle ait, relativement à son niveau maximum, le même écart qu'elle avait auparavant au point donné, relativement à son niveau maximum, le poids représenté par l'eau suspendue, pour ainsi dire, dans ce récipient, doit nécessairement être égal au poids qui était tantôt représenté par l'eau de la mer, lorsque, en montant, elle était arrivée au point donné.

Mettant alors en communication, moyennant un autre tuyau, la partie supérieure de ce récipient avec le tuyau de décharge du même appareil moteur, il doit arriver que l'air extérieur pénétrant, par le tuyau d'admission avec lequel on le fait alors exclusivement communiquer, poussera le piston avec une force proportionnelle aux dimensions de sa base et à la raréfaction de l'air produite, de l'autre côté du piston, par le poids de l'eau contenue dans ledit récipient et qui cherche naturellement à descendre. Or, ce poids étant égal à celui qui a servi à comprimer l'air dans l'autre récipient, la pression de l'air extérieur doit aussi lui être égale : il doit en résulter, par conséquent, qu'à partir de ce moment et jusqu'à la fin du reflux ; le piston susdit marchera toujours avec la même puissance ; puisque au fur et à mesure le niveau de la mer descend aussi, et dès lors la différence entre les deux niveaux restant toujours la même, la pression de l'air extérieur qui en est le résultat, et par conséquent la puissance développée par elle doit être toujours égale et constante.

Ensuite, si, avant que le travail cesse, ce qui arrive lorsque le récipient supérieur est vide d'eau, on ouvre le robinet qui met en communication la partie supérieure du récipient inférieur avec l'air extérieur, il est évident que cet air pénétrant librement dans ce récipient, permettra à l'eau qu'il contient de céder à l'action de son propre poids, et d'en sortir au fur et à mesure que le niveau de la mer s'abaisse, jusqu'au point où ledit récipient ne contiendra plus que l'eau qui s'y trouvait avant le commencement du flux. Si l'on ferme alors le susdit robinet, le récipient inférieur se trouvera tout prêt à recommencer son travail avec la nouvelle marée montante ; et ainsi de suite.

L'ingénieur français des Ponts et Chaussées, M. Paul Decœur présenta en *1890*, à l'Académie des Sciences, des *Études relatives à l'utilisation des*

marées. C'est sur l'emploi de barrages-réservoirs que repose son système. On avait bien songé, avant M. Decœur, à retenir l'eau dans des réservoirs lorsque monte la marée et à la laisser s'écouler à marée basse dans des turbines hydrauliques. Mais, alors, la variation des marées créant des « chutes hydrauliques » essentiellement variables, le rendement était inconstant. Pour *obtenir une puissance sensiblement constante*, M. Decœur emmagasine l'eau de la mer, à marée haute, dans un réservoir supérieur, puis il l'envoie, en la faisant passer par des turbines, dans un réservoir inférieur communiquant avec la mer à marée basse. On dispose, avec des réservoirs suffisants, d'un volume d'eau emmagasiné très considérable. Au moyen de vannes de grandes dimensions maniées méthodiquement, la puissance mécanique, la force motrice obtenue pourra être maintenue sensiblement constante en faisant simplement varier dans de faibles limites le débit absorbé par les moteurs hydrauliques.

M. Max de Nansouty nous apprend, dans son intéressant livre : *Actualités Scientifiques* de 1907, qu'*un ingénieur anglais, M. Saunders, reprend en ce moment* la question de l'utilisation de la puissance mécanique des marées et vient de dresser *trois projets* réalisables. L'un, à Chichester, fournirait entre 6.000 et 7.000 chevaux ; l'autre, dans le détroit de Mena, au pays de Galles, donnerait 15.000 chevaux ; enfin un troisième, dans le canal de Bristol, particulièrement bien disposé à l'embouchure de la Severne fournirait 240.000 chevaux.

L'installation faite, ce serait la force motrice à très bon marché et inépuisable dont on disposerait sur ces divers points. M. Saunders, qui reconnait que ses projets reposent sur des études faites par M. Paul Decœur, profite, pour asseoir ses projets, des perfectionnements de l'outillage mécanique et électrique et aussi de ce que les barrages nécessaires aux installations de ce genre peuvent être construits d'une façon bien autrement économique, en ciment armé et en béton armé, que l'on ne pouvait le faire précédemment avec la maçonnerie.

Les manœuvres de vannes, si pénibles auparavant, lors qu'on les faisait à bras, deviennent tout à fait faciles avec les petits moteurs électriques actuels auxquels l'installation électrique de chaque réservoir fournira elle-même la force motrice nécessaire. Des soupapes spéciales, applicables aux grands réservoirs, remplacent avantageusement les vannes cylindriques généralement usitées dans ce but.

Les expériences, faites sur l'utilisation de la puissance des marées, ont montré que les réservoirs où l'on emmagasine l'eau de mer doivent être fréquemment vidés à fond. Cette eau produit, en effet, d'importants dépôts de sable fin et de vase dès qu'elle n'est plus soumise à l'action des courants marins qui retiennent ces matières en état de suspension mécanique. Le système de réservoirs superposés permettra de conserver presque intégra-

lement les dépôts dans le réservoir inférieur. Là, il sera relativement facile de s'en débarrasser d'une façon périodique et régulière, soit au moyen d'éjecteurs actionnés par l'air comprimé, soit au moyen de dragues suceuses.

Ce qui est proposé par M. Saunders pour des points bien choisis du littoral anglais s'appliquerait tout aussi heureusement à des points *également bien choisis* du littoral français. La force motrice, ainsi créée en des points du littoral qui ne sont pas industriels, pourra, grâce à l'emploi des courants alternatifs, des alternateurs et des transformateurs, être transportée, transformée, disséminée à plusieurs centaines de kilomètres de distance et servir pour l'éclairage des villes et des plages et tant pour la mise en marche des moteurs industriels fixes que pour actionner les trains électriques aboutissant aux villes d'eaux.

La *différence de potentiel entre le sol et un point de l'air* prenant une valeur fort considérable, dès que ce point est un peu élevé (augmentation d'environ 300 volts par mètre), il est *théoriquement* possible d'obtenir un travail notable, si l'on parvient à établir un courant même très faible entre ce point et le sol.

Dans les *essais faits en 1902, en Russie, M. Michkine* montre que la réalisation pratique de cette idée est possible : un conducteur souple était enlevé à une certaine hauteur par un ballon ou un cerf-volant ; son extrémité inférieure aboutissait à l'une des séries de peignes d'une machine électrostatique à disques multiples, genre Wimshurst ; l'autre série de peignes était reliée au sol et cette machine fonctionnait comme moteur.

M. Nodon propose, suivant la *Revue Électrique*, une solution différente basée sur l'emploi de la machine rhéostatique de Planté et d'une batterie d'accumulateurs. M. Nodon estime que dans les pays montagneux on pourra se dispenser de ballons et de cerf-volants en installant les collecteurs à pointe sur des sommets escarpés.

Enfin, il existe une autre source de captation de force motrice dans les hélios moteurs, qui apporteront vraisemblablement la *solution la plus simple* du problème de l'utilisation des forces naturelles : mais leur prix est encore beaucoup trop élevé comparativement à leur rendement.

Nous nous bornerons à rappeler que l'*utilisation de la chaleur solaire* a préoccupé bien des chercheurs depuis Archimède, Buffon et Lavoisier. La question avait fait de grands progrès avec les travaux de *M. Mouchot*, mais elle n'a pas été résolue industriellement.

Sur le principe de l'étuve de Réaumur et de la marmite solaire de Dinaris à lames de verre superposées, le constructeur *Schumann, de Tacony, près Philadelphie*, a établi une chaudière à vapeur, que M. André Rabut décrit dans la *Revue de Métallurgie*, de juin. Cette chaudière est constituée par une grande caisse plate dont les parois intérieures sont enduites de noir de fumée et dans l'intérieur de laquelle on a disposé des faisceaux tubulaires

à large surface de chauffe. Cette chaudière tubulaire plate est reliée à la machine à vapeur pourvue d'un condenseur approprié.

La face supérieure de la caisse noircie est fermée par deux vitrages superposés distants de 2 à 3 centimètres. La caisse a 20 mètres de long sur 6 mètres de large. L'appareil coûte 7.500 francs. La température atteinte à Philadelphie a été de *115* degrés ; elle peut monter jusqu'à *150* degrés dans les contrées tropicales. En employant de l'*éther*, on est arrivé aisément, pendant les mois de juin, juillet et août, à une pression de 110 degrés C. ; dans des conditions spéciales, on avait pu cependant atteindre celle de 160 degrés. La chaudière solaire de Philadelphie actionnait une pompe centrifuge ; il semble que l'emploi des turbines est tout indiqué pour l'utilisation de l'énergie de la vapeur ainsi produite.

On a construit, cette année, une chaudière à grande surface dont la puissance est de 25 chevaux. Une Compagnie, la *Sun Powel C°*, se propose d'installer ces machines diathermanes en Amérique pour les irrigations et l'élévation de l'eau.

Dans les pays tropicaux, ou l'emploi de l'eau comme substance vaporisable est possible, la même Société a l'intention de créer de grandes usines de transformation de l'énergie solaire en énergie mécanique d'abord, puis en énergie électrique utilisable sur place, ou transportable suivant les besoins.

M. de MARCHENA

Sous-Directeur de la Compagnie française Thomson-Houston (Paris).

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES POUR LA TRACTION DES TRAINS DE MARCHANDISES ET DES TRAINS A GRANDE VITESSE

— 8 août —

L'idée de l'électrification des chemins de fer a fait, dans ces dernières années, de très grands progrès en Europe et en Amérique ; les résultats des expériences déjà faites sont des plus satisfaisants et ont dépassé les espérances. De plus, les électriciens sont aujourd'hui beaucoup plus familiarisés avec les besoins de l'exploitation des chemins de fer, et les ingénieurs de chemins de fer avec les ressources de l'électricité. Le problème est maintenant bien connu des deux côtés, condition essentielle pour son heureuse solution.

Dans certains pays, la Suède, la Suisse, l'Allemagne et l'Italie, où les chemins de fer appartiennent à l'État, les projets de transformation de réseaux entiers sont activement poussés et presque entrés dans la période d'exécution. En France, où les chemins de fer sont des entreprises privées, il faut davantage tenir compte du côté financier de la question. On s'y est jusqu'à présent borné à étudier, pour quelques tronçons de lignes, des solutions particulières ; le moment est venu d'examiner la solution d'ensemble.

Le problème de l'électrification des voies ferrées ne se borne pas à remplacer les locomotives à vapeur par des locomotives électriques et à supputer si les économies à réaliser dans l'exploitation compenseront les dépenses de premier établissement ; ce ne serait voir la question que par son petit côté. Il faut faire entrer en compte toutes les améliorations qui, dans les différentes espèces de trafic des voies ferrées, peuvent augmenter leur puissance totale de transport. Ces améliorations entraîneront des modifications profondes dans les systèmes actuels d'exploitation. Toutefois, l'électrification ne pourra être que graduelle et devra se prêter à la période de transition durant laquelle on ne sera pas libre de faire subir à l'exploitation toutes les modifications désirables.

Il en résulte que, surtout au début, les locomotives électriques proprement dites, faisant plus ou moins le service actuel des locomotives à vapeur, joueront un rôle prépondérant. Il n'est d'ailleurs pas démontré, malgré l'emploi déjà si fréquent des voitures automotrices, que les locomotives ne continueront pas à constituer le meilleur mode de traction pour les trains de grands parcours, circulant sur les artères très chargées, dont il s'agira de pousser à l'extrême limite la capacité de transport. Il est, en outre, presque évident qu'elles auront le monopole absolu de la remorque des trains de marchandises.

Le problème de la locomotive électrique est donc le premier à résoudre. Elle doit, non seulement rivaliser avec la locomotive à vapeur, mais la surpasser du premier coup à tous les points de vue : rapidité, puissance, souplesse, facilité d'entretien, conservation des voies, etc...

Deux points de vue sont à considérer :

1° Constitution mécanique de la locomotive électrique en tant que véhicule et notamment mode d'attaque des essieux moteurs ;

2° Constitution électrique et notamment mode de réglage de la vitesse et mode d'alimentation.

CHAPITRE PREMIER. — *Constitution mécanique.* — Tant qu'il ne s'agit que de puissances ou de vitesses modérées, le problème est simple. La difficulté ne s'élève que quand, à la fois, la puissance et la vitesse doivent atteindre leurs limites.

A. — Pour les locomotives de marchandises, dont les vitesses sont toujours modérées, la commande des essieux moteurs par engrenages, si répandue à l'heure actuelle, convient fort bien et permet d'employer des moteurs électriques d'une puissance individuelle atteignant 250 chevaux, dont la moitié du poids, soit environ 2.500 kilogrammes seulement, est directement portée sur l'essieu sans suspension élastique.

Ce système donne toute facilité pour les montages et démontages des moteurs, pour leur visite et leur entretien ; il rend indépendantes les vitesses respectives de l'essieu et du moteur et permet, avec un même type de moteur, de constituer des locomotives ayant des caractéristiques très différentes suivant les applications envisagées.

Les locomotives électriques à marchandises doivent logiquement être à adhérence totale.

Pour des puissances inférieures à 1.000 chevaux, on pourra adopter des châssis rigides à trois ou quatre essieux moteurs ; pour des puissances supé-

rieures, quatre essieux moteurs ne suffisent plus, et, comme il est difficile de dépasser un empattement rigide correspondant à quatre essieux, on est conduit à l'emploi de sections articulées comportant chacune trois ou quatre essieux moteurs.

On aura ainsi des locomotives pouvant développer, à une vitesse plus grande, un effort de traction supérieur à celui développé par les plus puissantes machines à vapeur actuelles, tout en présentant un poids mort et une charge par essieu sensiblement moindres, c'est-à-dire en fatigant moins les voies.

B. — Pour les locomotives électriques à grande vitesse, la solution est plus difficile et moins générale. A partir de 80 kilomètres à l'heure environ, la transmission par engrenages cesse d'être pratique. D'ailleurs, comme le diamètre des roues motrices est forcément limité, il arrive bientôt un moment où la vitesse de l'essieu, 400 tours par minute, correspond à peu près à celle que l'on serait conduit à adopter pour le moteur lui-même; dès lors, il n'y a plus de raisons d'interposer des organes réducteurs de la vitesse entre les moteurs et les essieux.

Pour les locomotives à grande vitesse il n'y a donc lieu d'employer que des moteurs dits « gearless », c'est-à-dire tournant à la mème vitesse que l'essieu. Il en est au moins quatre solutions :

a) Une première consiste à caler le rotor du moteur sur un arbre creux concentrique à l'essieu et accouplé élastiquement à celui-ci. Les parties fixes et la carcasse du moteur sont fixées au châssis et, par suite, portées par ses ressorts de suspension. L'arbre creux doit avoir un diamètre intérieur suffisant pour permettre les oscillations du châssis par rapport aux essieux. Le jeu nécessaire est d'environ 40 millimètres, ce qui conduit à donner à cet arbre un diamètre extérieur d'environ 300 millimètres. C'est la solution employée sur les grandes locomotives du Baltimore and Ohio, sur les locomotives d'essai de la ligne de Zossen, enfin sur les locomotives monophasées du New-York New-Haven and Hartford.

Avec ce système, le poids entier du moteur est suspendu élastiquement par rapport aux essieux et les réactions sur les éléments des voies sont réduites au minimum. Par contre, les coussinets de l'arbre creux possèdent un grand diamètre qui conduit à des vitesses périphériques élevées et d'autant plus grandes que le diamètre des roues motrices est moindre; à Zossen, elles ont atteint jusqu'à $12^{m},50$ par suite de l'énorme vitesse atteinte (215 kilomètres à l'heure); cependant, elles n'ont pas donné lieu à inconvénients sérieux.

b) Une seconde solution consiste à établir les moteurs en dehors des essieux, qu'ils commandent par bielles et manivelles. Ce système, dans lequel le poids entier du moteur est élastiquement suspendu, a été inauguré par MM. Ganz et C^{ie} pour les locomotives de la Valteline et adopté

pour celles du Simplon, à la fois par MM. Ganz et MM. Brown et Boveri. Il a donné d'excellents résultats dans ces deux applications.

c) Une troisième combinaison a été imaginée par M. Auvert, ingénieur de la Compagnie P.-L.-M. ; l'induit est calé directement sur l'essieu, dont il fait partie intégrante, le stator étant fixé au châssis. Pour permettre les déplacements de l'essieu par rapport au châssis, tout en conservant le centrage du rotor par rapport au stator, la carcasse du stator est divisée en deux parties suspendues par leur centre de gravité, centrées autour de l'essieu et pouvant prendre, par rapport à celui-ci, un léger mouvement d'oscillation. Cette disposition, déjà adoptée avec succès sur la locomotive d'essai à accumulateurs de la Compagnie P.-L.-M., a été, depuis, perfectionnée dans les détails.

d) Une quatrième combinaison est celle adoptée sur les locomotives du *New-York Central* : les stators sont complètement indépendants des rotors calés directement sur les essieux et les pièces polaires convenablement dessinées, et avec un entrefer suffisant pour laisser libre déplacement à ces derniers. Cette disposition est d'une remarquable simplicité, puisqu'elle supprime tout mécanisme, tout palier de moteur (en dehors des paliers d'essieux) et même toute carcasse spéciale des moteurs, le circuit magnétique étant constitué par le châssis proprement dit de la locomotive. Une quarantaine de ces machines sont en service régulier depuis près d'un an, avec le plus complet succès ; leur simplicité, leur puissance, leur souplesse, leur facilité de manœuvre et leur faible dépense d'entretien en font un des types les plus intéressants qui aient encore été réalisés.

Dans le système Auvert comme dans celui du *New-York Central*, une partie du poids des moteurs n'est pas élastiquement suspendue ; mais le total de ce poids ne dépasse pas les limites ordinairement admises pour les locomotives à vapeur et reste conciliable avec la bonne conservation des voies.

Ces deux systèmes ne peuvent s'employer qu'avec des moteurs à courant continu à nombre de pôles déterminé.

***

Outre leurs essieux moteurs, les locomotives électriques à grande vitesse doivent avoir des appareils directeurs (bissels ou bogies) et les avoir à l'arrière comme à l'avant, afin d'être réversibles ; une assez forte proportion du poids total est donc perdue pour l'adhérence, d'autant plus que, pour bien remplir leurs rôles, ces appareils doivent être fortement chargés : un essieu directeur de 12 tonnes, un bogie de 20 environ. C'est donc, avec une machine réversible, un poids non adhérent de 24 ou de 40 tonnes, qu'on ne peut réaliser, quand l'équipement électrique ne comporte pas d'appareils pesants, que par un lestage supplémentaire. Avec les

locomotives à bogies, il est donc moins utile qu'avec d'autres motrices électriques, de chercher à réduire le poids des appareils auxiliaires qui peuvent servir à ce lestage.

La disposition mécanique des locomotives de la Valteline mérite une mention particulière. Elles sont portées sur un essieu central dépendant du châssis et sur deux bogies d'avant et d'arrière à roues inégales. Les essieux les plus voisins de l'essieu central ont des roues de même diamètre que les siennes et leur sont accouplés par des bielles articulées. Les autres essieux ont des roues de diamètre moitié moindre et ne sont que porteurs.

Une autre disposition très intéressante a été proposée pour les locomotives électriques à très grande vitesse comportant au moins quatre essieux moteurs : elle consiste à porter la machine sur deux trucks chacun à quatre essieux, dont deux moteurs au milieu et deux directeurs à l'avant et à l'arrière. Avec cette disposition, on arrive aisément à laisser disponible pour l'adhérence 70 0/0 du poids total, c'est-à-dire à peu près la même proportion que sur les machines à six essieux du *New-York Central* et sur celles de la Valteline et du Simplon.

Chapitre II. — *Constitution électrique des locomotives.* — La constitution électrique des locomotives a été, de la part des praticiens de plusieurs pays, l'objet des controverses les plus étendues, sans qu'une conclusion nette ait paru jusqu'à présent s'en dégager. Au point de vue de l'unification des installations futures, il y aurait intérêt primordial à déterminer de grandes règles communes auxquelles il conviendrait de se plier ; mais il est impossible de les définir avec certitude ; les données expérimentales suffisantes manquent encore et aucune controverse théorique ne peut les suppléer.

Examinons néanmoins cette question, pour arriver, sinon à des conclusions fermes que pourraient trop facilement démentir les faits de demain, du moins à quelques déductions sur les possibilités actuelles.

Aujourd'hui, trois systèmes sont en présence :

1° Le système à courant alternatif triphasé ;

2° Le système à courant alternatif monophasé ;

3° Le système à courant continu, déjà d'un usage courant, mais dont le voltage devrait être considérablement élevé.

Passons en revue leurs caractéristiques essentielles, en essayant de séparer celles qui peuvent se trouver heureusement modifiées dans la suite par les progrès continus de l'électricité, et celles qui, par leur essence même, sont permanentes et sans modification possible.

§ 1. — *Système triphasé.* — Les premières expériences de traction par moteurs triphasés, dues à MM. Brown et Boveri datent déjà d'une douzaine d'années. Citons notamment, en dehors des lignes à crémaillère qui ont un

caractère trop spécial, la ligne de Burgdorf à Thun, en exploitation régulière depuis dix ans.

Il faut arriver à la ligne de la Valteline, mise en service en 1902, pour trouver une nouvelle et très importante application du système triphasé, caractérisée par une augmentation très notable des puissances mises en jeu, une augmentation des voltages d'alimentation, et la création d'un type entièrement nouveau et original de locomotives.

L'installation du Simplon, qui a suivi, a eu le même succès, et n'a pas peu contribué à populariser le système triphasé chez les ingénieurs italiens et à le leur faire envisager en première ligne pour les importantes électrifications qu'ils projettent.

Il est indéniable que le moteur triphasé possède en propre des qualités remarquables, qu'aux points de vue de l'entretien, du rendement, du poids, de la capacité de surcharge, de la possibilité de récupération, il est peut-être supérieur à tous les moteurs de traction ; mais il présente deux vices indélébiles, et auxquels aucun perfectionnement futur ne pourra remédier. Ce sont :

1° La constance de la vitesse;

2° La nécessité, pour son alimentation, d'au moins deux conducteurs de polarité différente (les rails servant de troisième circuit).

Sur le premier point, tous les ingénieurs se rendent compte de l'influence fâcheuse qu'entraine, surtout pour les trains de voyageurs, l'impossibilité de modifier la vitesse de marche normale. A la vérité, les installations précitées présentent des combinaisons paraissant permettre différentes vitesses de marche, mais ce n'est qu'une apparence ; en réalité, ces combinaisons ne font que diminuer les pertes au démarrage (principalement au point de vue de l'importance des résistances à prévoir), fournir pour les manœuvres, et certaines marches spéciales, des vitesses réduites entraînant une moindre dépense d'énergie, enfin réduire la puissance totale maximum absorbée par la locomotive sur certaines parties du profil où l'effort de traction à développer est particulièrement considérable. Elles n'ont nullement pour effet de permettre un réglage véritable de la vitesse suivant les besoins de l'horaire et, en définitive, les locomotives triphasées doivent bien être considérées comme des machines à vitesse rigidement constante.

Sans discuter toutes les conséquences de ce fait, nous retiendrons seulement la suivante, qui a parfois été perdue de vue. et qui est cependant d'une grande importance pratique: les moteurs triphasés de traction travaillant dans un même convoi, mais sur des essieux indépendants les uns des autres, se répartissent d'autant plus mal la charge qu'ils possèdent un glissement moindre et par suite un rendement plus élevé. Sur une locomotive électrique, *les essieux moteurs doivent donc de préférence être*

tous accouplés, ce qui exclut, *ipso facto*, certains types de locomotives, et non les moins intéressants.

Par voie de conséquence, deux locomotives ne peuvent que difficilement être accouplées; même si elles sont identiques, elles se partageront mal la charge ; si elles sont de types différents, cet accouplement devient impossible. L'emploi du système à unités multiples devient donc à peu près impraticable, ce qui entraîne la renonciation à tous les avantages d'immense importance dont il peut faire bénéficier l'exploitation.

Sur le second point, la nécessité d'établir, en outre des rails, deux conducteurs de prise de courant constitue une limitation non moins fâcheuse. Déjà l'établissement d'un conducteur unique n'est pas sans soulever bien des difficultés ; elles seraient énormément accrues s'il en fallait établir deux, ayant entre eux les différences de potentiel élevées dont l'adoption est la seule raison d'être des systèmes alternatifs.

De plus, le bas facteur de puissance des moteurs d'induction triphasés, la chute de tension plus considérable qui en résulte sur les conducteurs, les faibles variations de potentiel d'alimentation qu'il convient de tolérer pour le bon fonctionnement des moteurs d'induction, sont autant d'inconvénients d'importance plus ou moins grande, mais qui, tous, concourent à augmenter la dépense d'établissement des lignes.

Ces différents défauts sont inhérents au système, et ne peuvent guère être corrigés. Il y a donc lieu de croire que, dès sa première application, le système triphasé (basé, d'ailleurs, sur un type de moteurs déjà arrivé à son point de perfection) a produit tout ce qu'il pouvait donner, et qu'il ne présente qu'une bien faible marge de progrès futur. Ces considérations nous empêchent d'admettre le système triphasé parmi ceux auxquels un grand avenir peut être réservé dans la transformation électrique des chemins de fer.

§ 2. — *Système monophasé.* — Ce système ne date que de cinq ans, mais il a pris, dans ce peu de temps, un développement des plus remarquables : d'après une communication de M. Lamme à l'Association des Électriciens américains, les moteurs établis d'après ce système représentent, aujourd'hui, une puissance globale qui dépasse 250.000 chevaux. Ce rapide développement est naturel, car, dès leur apparition, ces moteurs, par leurs caractéristiques spéciales et les perspectives nouvelles qu'ils ouvraient, ont inspiré aux spécialistes l'intérêt le plus vif ; ils sont considérés par beaucoup d'entre eux comme apportant la solution idéale de la traction électrique.

Dans son rapport sur la transformation des chemins suédois, l'ingénieur en chef, M. Dahlander, conclut à l'adoption du système monophasé ; il l'a seul admis aux essais préliminaires effectués sous son contrôle en vue de cette transformation.

De même, en Allemagne, les installations d'essai pour la transformation des chemins bavarois comporteront des moteurs monophasés.

Prochainement enfin, va être essayée en France, sur la ligne de Cannes à Grasse, une locomotive recevant du courant monophasé, (et le transformant en continu) étudiée par M. Auvert, de la Compagnie P.-L.-M. et servant de type à celles qui desserviront le Loetschberg.

Aux Etats-Unis, l'année dernière, dans une discussion approfondie sur l'électrification des voies ferrées, plusieurs ingénieurs éminents ont été jusqu'à proposer de déclarer les moteurs monophasés comme unique *Standard* de la traction des chemins de fer.

Le système monophasé mérite-t-il cette faveur exclusive ? Il serait téméraire de l'affirmer, et, sans contester ses nombreux avantages, on peut se demander si sa supériorité est telle que tout autre système doive disparaître devant lui. Le système monophasé a des points faibles et, tout en reconnaissant qu'ils peuvent s'atténuer à bref délai avec la marche incessante du progrès, nous pensons que l'on peut de même escompter, à brève échéance, des perfectionnements non moins décisifs de son principal rival, le système à courant continu.

La caractéristique et l'avantage essentiel du système monophasé réside dans la *tension élevée* sous laquelle peut se faire l'alimentation. Cette tension a été graduellement portée à 6.000 volts, et des expériences déjà multipliées ont démontré qu'elle pouvait, sans inconvénient, atteindre et dépasser 11.000.

Il est superflu d'insister sur les avantages d'une tension aussi élevée, tant pour permettre l'alimentation économique d'un réseau, que pour réduire la difficulté de la prise de courant. Les intensités, qu'il est possible pratiquement de capter, sont limitées à certains maxima différant suivant le type des appareils de prise de courant. Les difficultés disparaissent quand ces intensités peuvent, grâce à l'élévation du voltage, être toujours maintenues très notablement au-dessous de ces limites.

D'autre part, pour la même densité moyenne du courant dans les conducteurs, leur section décroît en sens inverse de la tension, tandis que la distance entre les points d'alimentation peut être augmentée proportionnellement à celle-ci, sans que le rendement en soit modifié. Avec les tensions de 11.000 volts, la réduction de la section des conducteurs n'est guère limitée que par des considérations de résistance mécanique ; les distances entre les points d'alimentation ne le sont que par des considérations particulières, par exemple, le sectionnement rationnel du réseau.

Sur les locomotives, le voltage est ramené par un transformateur à la valeur convenable pour l'alimentation des moteurs. Aussi, le cablage soumis à la haute tension est extrêmement réduit, et ne présente, entre l'appareil de prise de courant et le transformateur que quelques points délicats demau-

dant des précautions spéciales pour leur isolement ; tout le reste du câblage et de l'appareillage est établi à basse tension, et ne diffère en rien, à ce point de vue, des équipements ordinaires à courant continu.

L'emploi d'un transformateur, sur lequel peuvent être établies de nombreuses prises à voltages différents, donne toute facilité pour le réglage de la vitesse et le système monophasé présente, à ce point de vue, un avantage marqué sur tous les autres.

Le point faible du moteur monophasé réside dans le fonctionnement de son collecteur ; tous les inconvénients qu'il présente aux points de vue du faible voltage admissible, du poids spécifique élevé, du couple de démarrage moindre, proviennent des limitations qu'impose le problème de la commutation. La difficulté tient : en premier lieu, à ce que l'intensité du courant, dans un moteur monophasé, variant suivant une loi périodique, les valeurs maxima du courant à commuter sont, pour un même voltage et une même puissance, de 40 à 50 0/0 supérieures à celles correspondant au moteur à courant continu ; en second lieu, à ce que, dans la bobine en court-circuit sous les balais, au courant principal se superpose un courant local induit par le flux alternatif qui traverse l'induit. Ce courant local est analogue à celui qui se produirait dans une bobine du secondaire d'un transformateur mis en court-circuit, et il peut avoir une valeur bien plus élevée que le courant principal, à moins de dispositions spéciales.

C'est surtout par ces dispositions spéciales que diffèrent les divers types de moteurs monophasés :

Dans certains types, on a cherché à réduire le courant induit dans la bobine court-circuitée en augmentant sa résistance ohmique par l'interposition de connexions résistantes entre les bobines et les lames du collecteur. Ces résistances sont calculées pour augmenter considérablement la résistance du circuit constitué par chaque bobine, les lames correspondantes du collecteur et les balais ; néanmoins, elles n'augmentent pas beaucoup les pertes ohmiques dans l'induit, car elles ne sont traversées par un courant que pendant les passages sous les balais des lames correspondantes du collecteur.

Dans d'autres types, on a surtout cherché à améliorer la commutation en vitesse, en sacrifiant quelque peu celle au démarrage. Cela est rationnel dans beaucoup d'applications du courant monophasé, dans lesquelles les démarrages sont infiniment moins fréquents que dans les tramways urbains. Les dispositions prises dans ce but consistent généralement à induire dynamiquement, dans les bobines en court-circuit, à l'aide d'un flux supplémentaire, produit tantôt dans le rotor et tantôt dans le stator, une force électro-motrice opposée à celle due à l'induction statique. A une certaine vitesse, la compensation est complète, et les conditions de commutation deviennent parfaites.

Ces conditions sont réalisées de différentes manières dans les divers types de moteurs monophasés dérivant des brevets Latour, Winter-Eichberg, Richter, etc. Dans certains types de moteurs plus récents (brevets Thomson-Houston, Alexanderson, Latour, Behn-Eschenbourg) on a même été plus loin, et on a pu étendre à une zone considérable de vitesses les conditions de commutation parfaite.

Sans entrer dans le détail de ces dispositifs, disons seulement que la plupart remplissent leur but, et que l'on peut considérer comme résolu d'une manière pleinement satisfaisante, le problème de la commutation en pleine marche, et cela même pour des vitesses très différentes du synchronisme.

Mais il faut toujours arriver à une commutation acceptable *aux démarrages*, et c'est là que résident finalement les conditions limitatives du moteur monophasé, de *quelque type qu'il soit.*

Aux démarrages, quand n'est possible aucune compensation du flux statique dans les bobines en court-circuit, on ne peut réduire la force électro-motrice induite, qu'en réduisant l'induction, et en la réduisant d'autant plus que la fréquence adoptée est plus élevée, puisque la force électromotrice qu'il s'agit de limiter est proportionnelle au produit de l'induction par la fréquence. Ceci explique l'intérêt considérable qu'il y a, pour les systèmes monophasés, à réduire le plus possible la fréquence du courant d'alimentation. En effet, pour un même nombre d'ampères admis par centimètre de périphérie de l'induit, le couple et la puissance développée varient en proportion de la valeur admise pour l'induction, c'est-à-dire en raison inverse de la fréquence et cela jusqu'au moment où l'induction se trouve limitée par les considérations de saturation, c'est-à-dire où l'on approche des inductions admises en courant continu.

On voit que même à l'unique point de vue de la constitution des moteurs, il arrive un moment où l'abaissement de la fréquence cesse d'être utile, et n'amènerait que des inconvénients sans compensation. C'est ce que nous appellerons la *fréquence la plus favorable* du moteur. Pour les gros moteurs, cette fréquence parait être de 15 ou 16 périodes.

Dans certains systèmes monophasés, notamment dans ceux étudiés en vue d'une fréquence plus élevée que la fréquence la plus favorable, on a cherché à tourner la difficulté en diminuant l'induction au démarrage, sauf à la relever à sa valeur normale une fois en vitesse, quand les dispositifs de compensation peuvent remplir leur but. C'est, en particulier, le principe du système Winter-Eichberg, suivant lequel ont été exécutées plusieurs des plus intéressantes installations de traction monophasée. Cette manière de faire a pour inconvénient de réduire plus ou moins le couple au démarrage ; par suite, et contrairement à ce que l'on croit parfois, le système Winter-Eichberg, quoique plus applicable que d'autres aux fré-

quences élevées, laisse toujours subsister l'avantage de l'emploi des fréquences abaissées jusqu'à celle que nous avons appelée *la plus favorable.*

Même avec l'adoption de la fréquence la plus favorable, le moteur monophasé ne peut rivaliser, au point de vue du poids et de l'utilisation des matériaux, avec le moteur à courant continu. En effet, l'induction variant dans une même période, entre zéro et sa valeur maximum, sa valeur moyenne, de laquelle dépend la valeur moyenne du couple, est inférieure à celle admissible dans le moteur à courant continu. De même, pour un égal échauffement de l'induit, la valeur efficace du courant est légèrement inférieure à la valeur correspondante dans le courant continu.

Pour ces deux raisons, et pour d'autres tirées de la différence de constitution mécanique du stator, les dimensions d'un moteur monophasé devront toujours, même à la fréquence la plus favorable, surpasser d'au moins 20 à 25 0/0 celles d'un moteur à courant continu calculé d'après les mêmes bases et en vue du même effort de traction. Et cette infériorité s'accentue à mesure que la fréquence admise s'écarte de la valeur la plus favorable.

Toutefois, dans une comparaison rationnelle, il ne faut pas perdre de vue que les moteurs destinés à la grande traction ont bien rarement leurs dimensions déterminées par la considération du couple maximum à développer. Presque toujours, ces dimensions sont déterminées par la condition de l'échauffement maximum admissible en service courant. En partant de cette considération, l'infériorité des moteurs monophasés est moindre (surtout quand il s'agit de ceux dont la fréquence d'alimentation est plus grande que la fréquence la plus favorable).

D'une manière générale, et toutes choses égales d'ailleurs, les pertes intérieures dont dépend l'échauffement seront toujours plus grandes dans un moteur monophasé que dans un moteur à courant continu, car, en plus des causes de pertes de ce dernier, le moteur monophasé en a d'autres qui lui sont spéciales, notamment : les pertes supplémentaires par hystérésis dans le stator; les pertes ohmiques par induction dans les bobines court-circuitées; les pertes ohmiques correspondant à la composante déwattée du courant principal, et, dans certains cas, les pertes ohmiques dans les connexions résistantes du rotor.

Dans les circonstances les plus favorables, il est bien difficile de réduire leur importance à moins de 10 à 15 0/0 de l'ensemble des autres pertes. On peut donc dire qu'au point de vue de l'échauffement, en régime permanent, et toutes choses égales d'ailleurs, le moteur monophasé ne pourra développer qu'une puissance moyenne inférieure d'au moins 10 à 15 0/0 à celle que pourra développer le moteur à courant continu de dimensions équivalentes et qu'un couple maximum inférieur de 20 à 25 0/0. Pour la grosse traction, où le problème essentiel consiste précisément à loger la

plus grande puissance possible dans un espace et sous un poids limités ce défaut présente une importance très grande et parfois décisive.

Dans ces considérations, nous n'avons pas fait entrer en compte le poids et l'encombrement des appareils auxiliaires entrant dans la constitution des équipements monophasés, notamment ceux des transformateurs abaisseurs de tension. C'est à dessein, car on n'est pas soumis, pour ces appareils, aux mêmes limitations que pour les moteurs, et ils n'augmentent que faiblement le poids mort total. Toutefois, à mesure qu'augmente la vitesse des trains et, par suite, la proportion du poids des équipements par rapport au poids total du convoi, cette considération prend plus d'importance et accentue l'infériorité du système monophasé pour la traction à très grande vitesse.

Si, après ces considérations générales, nous passons à un point de vue plus immédiatement pratique, nous constaterons que l'emploi des moteurs monophasés pour les locomotives ne se concilie pas très bien avec toutes les dispositions envisagées au chapitre Ier pour la commande des essieux moteurs. En particulier. il exclut les dispositions si intéressantes des locomotives Auvert et du *New-York Central*; il ne se prête même pas toujours bien à la commande par arbre creux qui, avec certains types de moteurs, rendrait difficile l'accès des parties intérieures.

Ces difficultés, d'ordre un peu spécial, ont une grande importance pratique ; ce sont elles surtout qui ont inspiré certains types de locomotives dans lesquelles le courant est capté sous forme de monophasé et utilisé dans les moteurs, sous forme de courant continu, la transformation étant faite au moyen soit de groupes moteurs générateurs ordinaires, soit du très ingénieux *redresseur* inventé par MM. Auvert et Ferrand, de la Compagnie P.-L.-M. et porté par la locomotive elle-même. Cette utilisation collective du courant alternatif et du courant continu n'est-elle pas, malgré sa bizarrerie apparente, une bonne et heureuse solution? Un avenir désormais très prochain nous l'apprendra.

§ 3. — *Système à courant continu.* — Le système à courant continu a possédé jusqu'à ces derniers temps un monopole presque absolu en matière de traction; ses applications aux tramways, aux métropolitains, aux lignes suburbaines, ne se comptent plus. Cet immense développement est dû à ce que le moteur série à courant continu, s'adapte parfaitement à cette destination.

Dans ces dernières années, des perfectionnements considérables apportés à ce moteur sont de nature à favoriser encore ce développement. Le plus notable est l'emploi des pôles complémentaires, dits « de commutation », qui a résolu le problème de la commutation d'une manière parfaite, et donné à l'ingénieur de précieuses facilités pour le dessin des moteurs et le réglage de leur vitesse. En permettant de modifier à volonté, dans des

limites très étendues, le rapport des ampères-tours inducteurs aux ampères-tours induits, il rend possible à toutes charges le réglage de la vitesse par le champ. La combinaison de ce réglage avec le couplage série parallèle donne toute facilité pour le contrôle de la vitesse, et modifie de la manière la plus heureuse les caractéristiques déjà très avantageuses du moteur série.

On a reproché à ce moteur le fait que, par suite de la chute de la courbe de la vitesse en fonction du courant, la puissance se trouvait réduite aux grandes vitesses, précisément au moment où il faudrait disposer du maximum de puissance. Le réglage du champ par shuntage des inducteurs permet de faire disparaitre cet inconvénient.

Vis-à-vis du moteur triphasé, le moteur série à courant continu présente donc, aux démarrages, un avantage considérable, car, non seulement il utilise sa pleine puissance jusqu'à la vitesse maximum, mais encore il le fait *à plein rendement*. En outre, grâce au renforcement de l'induction aux vitesses inférieures à la vitesse maximum. il permet, *pour une même valeur de la puissance maximum absorbée sur la ligne*, de développer, aux vitesses réduites un couple qui, durant un démarrage, peut surpasser de 35 à 40 0/0 celui qui serait développé par le moteur triphasé. Le couple maximum est, d'autre part, indépendant du voltage d'alimentation, et n'est limité que par le patinage des roues.

Vis-à-vis du moteur monophasé, l'avantage au démarrage du moteur-série est également très sensible, puisque nous avons vu qu'on était conduit avec le moteur monophasé plutôt à diminuer qu'à augmenter l'induction durant la première partie du démarrage.

Vis-à-vis des deux types, le moteur série à courant continu a l'avantage de se prêter à toutes les dispositions imaginées pour la commande des essieux moteurs.

Si nous ajoutons que son poids spécifique est des plus faibles, son rendement très élevé sur une étendue considérable de la charge, sa construction très simple et conciliable avec l'accès facile de toutes les parties, nous reconnaitrons qu'il réalise (spécialement pour les grosses locomotives) le moteur de traction idéal.

Par contre, il est hors de doute que le voltage sous lequel il a été employé, est trop faible pour convenir aux installations de grande traction ; les puissances à transmettre conduisent, pour cette tension, à des intensités de courant trop élevées ; il en résulte une dépense excessive pour l'établissement des conducteurs d'alimentation et une multiplication coûteuse de sous-stations de transformation, mal utilisées par suite de leur faible charge moyenne, et onéreuses au double point de vue des frais de premier établissement et des frais d'exploitation.

Il est donc indispensable d'augmenter les tensions de service actuelles dans des proportions considérables. Un tel relèvement comporte un grand nom-

bre de facteurs nouveaux dont il convient de peser l'importance et les répercussions.

Quelques expériences existent à ce sujet, car plusieurs installations fonctionnent déjà à des tensions supérieures à 600 volts, par exemple : le Métropolitain de Berlin, qui fonctionne à 800 volts, avec alimentation par troisième rail ; la ligne de Bonn à Cologne, qui fonctionne à 1.100 volts avec alimentation par trolley : la ligne de La Mure à Saint-Georges-de-Commiers, alimentée à trois fils sous tension de 1.200 volts entre conducteurs et terre ; La ligne de Maizières à Sainte-Marie-aux-Chênes, dont les locomotives, à 4 moteurs de 150 chevaux, sont alimentées sous 2.000 volts. Le service de ces lignes se fait régulièrement, et ne semble pas éprouver de difficultés spéciales du fait de la haute tension employée.

On peut donc envisager sans témérité l'emploi du courant continu sous des voltages notablement supérieurs à 600 volts. Toute la question consiste à apprécier : 1° dans quelle mesure cette augmentation est pratiquement possible avec nos moyens actuels ; 2° si la majoration possible est suffisante pour répondre aux besoins de la grosse traction.

Envisageons donc successivement les répercussions de l'élévation du voltage sur la construction des moteurs, l'appareillage, la prise de courant et les sous-stations de transformation.

1° *Moteurs*. — En ce qui concerne les moteurs, les difficultés sont faibles. Pour les très gros moteurs, la grande valeur de l'intensité du courant, sous 600 volts, est plus gênante qu'un accroissement du voltage. Par exemple, les grands moteurs bipolaires du *New-York Central* auraient été plus faciles à établir pour 1.200 volts que pour 600 ; la réduction possible de la largeur du collecteur aurait plus que compensé la place supplémentaire prise par l'isolation plus forte, et le rendement aurait été plutôt meilleur par suite des pertes moindres dans les balais. Pour les moteurs de grande puissance, l'élévation de la tension jusqu'à 1.500 volts serait plutôt un avantage qu'un inconvénient et, au besoin, il n'y aurait guère de difficultés à aller encore plus loin.

Pour les moteurs de puissance moindre (à commande par engrenages), l'emploi des pôles de commutation, en supprimant radicalement les difficultés dues à la commutation, permet d'admettre sans inconvénient un voltage par lame plus élevé et, par suite, un beaucoup plus grand voltage total, sans qu'il en résulte plus de dangers de flash et de coups de feu. Pour les puissances supérieures à 150 chevaux, l'établissement de moteurs à pôles complémentaires pour tensions jusqu'à 1.500 volts se présente dans des conditions normales et n'est guère plus difficile que celui des moteurs ordinaires pour 600 volts. Pour les moteurs au-dessous de 150 chevaux, la difficulté est plus grande, mais il est peu probable que la traction des chemins de fer conduise jamais à l'emploi de moteurs aussi faibles.

Ajoutons que le réglage par le champ, rendu possible par l'emploi des pôles de commutation, et dont l'intérêt est si considérable, sera plus facile à 1.500 volts qu'à 600. En effet, sous 600 volts, la résistance des inducteurs est si faible pour les moteurs de grande puissance que leur shuntage est très sensiblement affecté par la résistance de contact des interrupteurs qui l'effectuent. Il en résulte une instabilité souvent inacceptable pour l'excitation et le régime de ces moteurs. Cette difficulté pratique est beaucoup moindre sous 1.500 volts, et le réglage par shuntage des inducteurs beaucoup plus facile.

En résumé, on peut dire que la constitution de moteurs à 1.500 volts est, à l'heure actuelle, un problème pratiquement résolu pour toutes les puissances à envisager dans la traction. Pour les moteurs à 4 pôles, de puissances inférieures à 250 chevaux, utilisés dans le cas de la commande par engrenages, cette constitution exigera l'emploi de pôles de commutation ; mais pour les gros moteurs à couplage direct de 400 à 500 chevaux, ceux-ci ne sont même plus nécessaires.

2° *Équipement.* — Pour le surplus de l'équipement, nos conclusions seront les mêmes. La prise du courant se fait plus facilement à haute tension qu'à 600 volts, car les intensités à capter sont moindres. Quant aux appareils de réglage, les contacteurs employés dans le système à unités multiples, qui ont presque entièrement remplacé, pour la grosse traction, les anciens contrôleurs, ont démontré leur parfaite aptitude à fonctionner sous 1.500 volts. Il convient seulement de ne pas employer directement la haute tension pour alimenter les circuits de contrôle et les appareils auxiliaires ; il faut les desservir à basse tension, à l'aide d'une petite batterie, ou d'un petit groupe moteur générateur. Cette alimentation à basse tension des circuits auxiliaires constitue même une des principales difficultés du problème à résoudre et un des points les plus délicats de la question.

En outre, des précautions particulières doivent être prises pour l'établissement du câblage, l'isolation des diverses résistances et autres appareils de l'équipement : mais ce ne sont là que des détails ne soulevant aucune difficulté d'exécution.

En définitive, dans son ensemble, la constitution des moteurs série à courant continu et des équipements destinés à fonctionner à 1.500 volts ne présente aucun aléa. Il est même probable que, quand les études se seront sérieusement dirigées sur ce point, on reconnaîtra la possibilité d'aller plus loin.

3° *Appareils d'alimentation.* — L'établissement de dynamos génératrices aux tensions considérées n'est pas une difficulté ; depuis longtemps fonctionnent de nombreuses machines à courant continu sous 2.500 volts, notamment les machines employées dans les transports de force à courant continu système Thury, et celles en usage à Paris dans l'usine génératrice et les sous-stations du secteur Edison.

Pour les commutatrices, le nombre de pôles est fixé par la fréquence, ce qui peut entrainer des difficultés pour la constitution de machines à haut voltage.

Toutefois, pour la fréquence à vingt-cinq périodes, ces difficultés n'existent guère jusqu'aux voltages de 1.200 volts, et aux voltages plus élevés, il reste toujours la faculté de coupler deux induits en série, comme la pratique tend à s'en répandre en Amérique pour les installations à courant continu haute tension.

4° Appareillage. — En ce qui concerne les tableaux et l'appareillage, l'élévation de la tension demande seulement des précautions au point de vue du danger pour la vie humaine ; les appareils doivent être mieux protégés des contacts intempestifs, et ceux qui effectuent la rupture du circuit, plus espacés, munis de barrières protectrices et placés hors de portée de la main. C'est là une pratique avec laquelle on est déjà familiarisé par le courant alternatif haute tension.

Dans la plupart des cas, la diminution des intensités provenant de l'élévation des voltages compensera largement, au point de vue des dépenses d'établissement, les précautions supplémentaires à prendre pour l'isolation. Elle sera avantageuse pour le réglage des appareils de sécurité ; actuellement, dans les grandes installations de traction sous 600 volts, ce réglage doit souvent être effectué si haut qu'il perd toute efficacité et que les déclenchements ne se produisent souvent pas, même en cas de courts-circuits francs sur le réseau. A 1.500 volts, cette situation sera notablement améliorée.

5° Prise de courant. — Avec le courant continu, on a le choix entre tous les modes d'alimentation (trolley, troisième rail, contacts superficiels, etc.); c'est un de ses grands avantages, mais, pour en tirer parti, il faut que ces divers modes puissent se concilier avec les forts voltages.

Avec les lignes de *trolley*, on n'est pas limité sous ce rapport, puisque l'on peut aller facilement en alternatif jusqu'à 11.000 volts. On l'est plutôt, pour les valeurs *inférieures*, par la nécessité d'éviter les intensités exagérées difficiles à capter et exigeant des conducteurs de trop grosse section. On se borne, en général, pour les lignes de trolley, aux intensités maxima de 500 ampères qui, pour des tensions de 1.500 volts, correspondent à des puissances de 800 chevaux. Cette puissance suffit pour un très grand nombre d'applications de la traction des chemins de fer, mais pas pour toutes, et il faudrait, pour celles-ci, ou un voltage notablement plus élevé, ou la possibilité d'utiliser des intensités plus élevées.

Le troisième rail convient très bien aux fortes intensités et aux grandes vitesses ; il se prête moins bien à l'emploi de voltages élevés ; il est difficile de préciser une limite supérieure, car les éléments expérimentaux manquent au delà de 800 volts.

Une disposition nouvelle, très heureuse au point de vue des voltages admissibles, a été adoptée par la *West Shore Line*, aux États-Unis ; le contact se fait, non plus par la partie supérieure, mais par la partie inférieure du troisième rail, ce qui permet de le protéger complètement des contacts intempestifs et d'augmenter sensiblement sa hauteur par rapport à la voie. Cette disposition diminue beaucoup les objections contre l'élévation du potentiel de travail. En effet, au point de vue de l'isolation, le succès dépend plutôt des qualités mécaniques des supports isolants que d'une élévation relativement peu importante du voltage ; au point de vue de la préservation de la vie humaine, un rail entièrement protégé comme à la *West Shore Line* offrira, même sous un voltage élevé, moins de chances d'accidents qu'un rail non protégé à 800 volts ou une ligne de trolley à 6.000 volts.

Il est d'ailleurs possible, dans les cas où la question de sécurité serait particulièrement importante, par exemple dans certains tunnels, certaines gares, etc., de concevoir des dispositifs par lesquels le courant ne serait maintenu dans les sections correspondantes que durant le passage des trains et supprimé aussitôt après.

De même, on peut concevoir des combinaisons mixtes de trolley et de troisième rail, celui-ci étant réservé pour les voies principales des grandes lignes parcourues par les trains à grande vitesse, et le trolley pour les lignes secondaires, les voies de garage, de tirage et de dépôt des lignes principales.

En résumé, autant que les faits acquis aujourd'hui permettent de le prévoir, aucune difficulté sérieuse ne s'oppose à l'emploi du courant continu sous 1.500 volts, ni pour l'équipement des locomotives, ni pour celui de leurs lignes de prise de courant par troisième rail ou aériennes.

Aller plus loin semble moins facile ; il faudrait alors renoncer à l'emploi du troisième rail, et on serait conduit, pour rendre pratique l'emploi des lignes de trolley, à adopter un voltage beaucoup plus élevé (au moins 2.500 volts).

L'utilisation de tels voltages n'est pas une utopie, bien loin de là ; mais elle sort un peu du cadre de nos données d'expériences actuelles et des types d'appareils déjà connus et sanctionnés par l'usage ; enfin elle soulève quelques problèmes de détail délicats. Aussi croyons-nous préférable, pour le moment, de nous borner à examiner le parti qui peut être tiré de l'emploi de courant continu sous tension limitée à 1.500 volts.

Ce parti est déjà très grand et répond à presque tous les besoins actuels.

Avec ce voltage, l'espacement des points d'alimentation peut être quatre à cinq fois plus considérable qu'au voltage de 600 volts : il peut donc être porté de 8 ou 10 kilomètres à 40.

De telles distances permettent de réduire notablement les dépenses des

sous-stations de transformation et de les ramener, par kilomètre de voie électrifiée, à une valeur faible par rapport aux autres chapitres de dépenses concernant le matériel roulant, les lignes de prise de courant et les usines génératrices.

Si l'on compare le système à courant continu haute tension au système monophasé, on trouvera, dans bien des cas, que l'économie réalisée sur le matériel roulant permet de compenser, en majeure partie, les suppléments de dépenses entrainées par les sous-stations de transformation.

Il en résulte qu'avec une dépense de premier établissement sensiblement équivalente, il reste à l'actif du courant continu tous les avantages que nous avons énumérés et qui lui sont propres.

Aussi sommes-nous portés à attribuer à ce système, pour la traction des voies ferrées, un avenir au moins aussi grand qu'au système monophasé.

M. G. POISSON

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (Clermont-Ferrand).

SUR LA FORME DES COURS D'EAU A FOND MOBILE

— 7 août —

L'amélioration des cours d'eau, en vue de les adapter aux besoins de la navigation, est une question qui se pose fréquemment dans l'étude des grands travaux publics, et qui ne comporte pas encore de solution certaine; on peut même dire que c'est un des problèmes les plus difficiles de l'art de l'ingénieur.

Il n'est donc pas sans intérêt d'apporter ici le résultat de quelques études sur ce point délicat, si théoriques qu'elles puissent paraître.

Dans un mémoire publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées* en 1902, j'ai essayé d'établir mathématiquement l'existence d'un mode d'écoulement stable des cours d'eau à fond mobile. Il est caractérisé par un tracé sinueux du lit, et il est plus ou moins exactement réalisé sur la plupart des cours d'eau naturels. Il répond aux lois générales de l'hydraulique, et n'implique qu'une seule hypothèse, à savoir que la vitesse de l'eau au contact du fond est celle à partir de laquelle commence l'entraînement des matériaux qui constituent le lit du cours d'eau.

Toutefois, je dois reconnaître qu'en raison des difficultés du calcul, et des simplifications que j'ai dû y apporter pour arriver à un résultat, la solution obtenue s'écarte encore sensiblement du phénomène naturel qu'elle est censée représenter.

En effet, si cette solution comporte bien, comme les cours d'eau naturels, une mouille le long des rives concaves, et un haut-fond le long des rives convexes, ces variations de profondeur sont moins accentuées qu'elles ne le seraient dans un cours d'eau réel de même configuration plane.

Pour remédier à cette imperfection de la théorie, j'ai été conduit à étudier, avec plus de détails, le mouvement des molécules liquides dans le sens vertical. Dans ma première étude, j'avais admis, comme on le fait en général dans la théorie de l'écoulement dans les canaux, que les molécules liquides situées sur la même verticale ont des vitesses sensiblement égales et parallèles, et que la courbure verticale de leurs trajectoires est négligeable. J'ai renoncé à cette restriction, et j'ai tenu compte de la variation des vitesses suivant la verticale, sous la seule réserve qu'elles soient toutes contenues dans le plan de cette verticale.

J'ai été amené à serrer ainsi le problème de plus près, non seulement pour compléter ma théorie de 1902, mais aussi pour trouver une explication à un phénomène curieux, qui a été révélé par les études les plus récentes sur les cours d'eau à fond mobile, notamment par celles de MM. les ingénieurs en chef Girardon et Cuénot.

Leurs observations peuvent se résumer en ces quelques mots :

A l'étiage, le cours d'eau tend à combler ses mouilles et à creuser ses seuils; au contraire les crues creusent les mouilles et engraissent les seuils.

Cette constatation, dont personne ne conteste l'exactitude, était cependant assez inattendue, et elle constitue même un véritable paradoxe en hydraulique.

Si l'on admet, en effet, comme il semble rationnel, que l'entraînement des matériaux du lit commence quand la vitesse de l'eau au contact du fond a atteint une valeur déterminée, il faut en conclure qu'en temps de crue la vitesse de l'eau est plus grande dans les mouilles que sur les seuils. Or, on sait que, dans les mouilles, la profondeur d'eau et même la largeur de la section normale sont plus grandes que sur les seuils, de sorte que le maximum de vitesse constaté pendant les crues au droit des mouilles correspondrait à un maximum de section, ce qui est contraire au principe de l'uniformité du débit.

Cette anomalie n'a pas échappé aux Ingénieurs qui ont constaté le fait, mais elle leur a paru s'expliquer assez facilement. S'il est vrai, disent-ils, qu'à l'étiage la section mouillée du cours d'eau soit plus grande au sommet de la mouille qu'au passage du seuil, rien ne prouve qu'il en soit de même lorsque le niveau des eaux se relève au moment des crues ; la disposition des rives peut être telle que l'augmentation de section soit plus rapide en un point que dans l'autre et renverse le rapport de grandeur entre les sections considérées.

J'admets qu'il en est ainsi dans certains cas, mais comme on n'a jamais

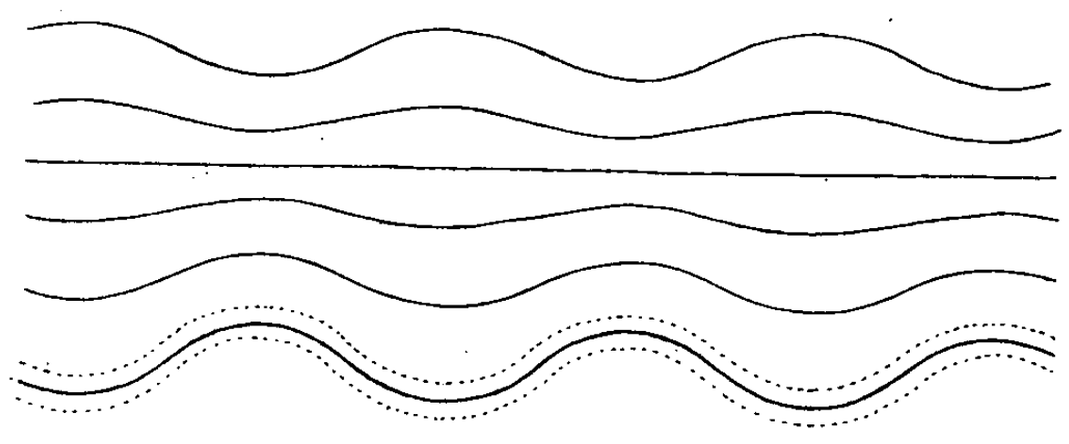
établi, à l'aide des profils en travers relevés sur le terrain, qu'une pareille disposition des lieux est la règle sur les cours d'eau où l'on constate le creusement des mouilles par les crues, j'ai cherché une explication plus générale.

Je la vois dans l'effet du mouvement ondulatoire vertical des molécules liquides qui se superpose à leur mouvement ondulatoire dans le sens horizontal. Ce mouvement s'accentue pendant les crues, et augmente l'amplitude des sinuosités que forme sur le profil en long du thalweg la succession des mouilles et des seuils.

Voici comment je justifie cette explication par le calcul.

Si j'admets, comme je l'ai dit ci-dessus, que les molécules situées à un moment donné sur une même verticale ont leurs vitesses dans le même plan, et si je suis leur mouvement sur la surface cylindrique à génératrices verticales qui les contient, je trouve, par l'application des équations générales de l'hydrodynamique, une solution dans laquelle ces molécules décrivent toutes des courbes sinusoïdales de même période.

C'est ce que représente la figure suivante dans laquelle la surface cylindrique contenant les molécules est développée sur le plan vertical.



Parmi les courbes sinusoïdales représentant les filets liquides, on établit, par le calcul, qu'il en est une suivant laquelle la vitesse de l'eau reste constante. Si elle coïncide avec le fond du lit du cours d'eau, et que la vitesse du liquide y ait exactement la valeur à partir de laquelle se produit l'entraînement des matériaux du fond, le lit sera stable.

Prenons maintenant une des courbes situées un peu au-dessus de la précédente; le calcul montre que la vitesse de l'eau y est plus grande aux sommets de la courbe que dans ses points bas; si nous prenons, au contraire, une des courbes inférieures, le calcul donne un résultat inverse, et la vitesse est plus grande dans les points bas que dans les points hauts de la courbe.

Par conséquent, suivant que le lit coïncidera avec l'une ou l'autre de ces courbes, la vitesse sur le fond de la mouille sera plus grande ou plus petite que la vitesse sur le fond du seuil.

Remarquons que le premier cas se produit avec une profondeur d'eau

plus grande que le second ; il n'est donc pas étonnant qu'on le constate en période de crue.

Il est ainsi possible de réaliser un mode d'écoulement tel que la vitesse de l'eau au contact du fond soit plus grande dans les parties les plus profondes ; c'est ce qui explique le paradoxe qui semble résulter des observations de MM. Giraudon et Cuénot.

Je ne crois pas inutile d'insister sur cette explication parce qu'elle montre qu'il ne suffirait pas, pour supprimer l'effet de creusement des crues, de modifier les dispositions locales des sections transversales du cours d'eau, ainsi qu'il serait rationnel de le faire dans l'autre théorie.

D'autre part, l'étude du mouvement ondulatoire vertical des molécules liquides permet de compléter la théorie que j'ai donnée, en 1902, du mouvement des cours d'eau à fond mobile. On obtient ainsi des variations de profondeur plus grandes que ne les donnait le calcul de première approximation, ce qui fournit une représentation beaucoup plus exacte du phénomène naturel.

M. Augustin REY

Architecte, Membre du Conseil Supérieur des Habitations au Ministère du Travail (Paris).

LES CONSTRUCTIONS MODERNES EN BÉTON ARMÉ

— 3 août —

Les procédés de construction en béton armé, sont d'un emploi de plus en plus fréquent.

Leurs avantages et leurs inconvénients ont été, ces dernières années, mis en lumière dans les Congrès techniques nationaux et internationaux. On ne cesse de rechercher dans quelle mesure il peut être utile de préconiser son emploi et d'étendre leurs applications. A la suite d'études très approfondies de Commissions formées de techniciens spécialistes, tous les grands pays se sont efforcés d'arriver à établir des bases de calculs sur lesquelles puissent être étayées, avec quelque précision, des prescriptions présentant des conditions sérieuses de garantie.

Sans nous faire le défenseur absolu du béton armé, les progrès considérables accomplis depuis quinze ans, par ce genre de construction, sont incontestables.

D'après les résultats acquis, on peut affirmer que les ressources du béton armé sont très étendues. Les deux matériaux principaux qui entrent couramment dans la construction : maçonnerie de brique ou de pierre et fer, par suite des conditions sociales qui poussent au renchérissement

général de la main d'œuvre, rendent toujours plus difficile l'emploi économique de ces matériaux. C'est la raison qui invite à reconnaître au béton armé un vaste champ d'applications.

Ce procédé de construction, en effet, réalise au plus bas prix l'unité de résistance.

La composition du béton, extrêmement variée, comme la structure et les profils des fers employés, permet, par l'association intime de ces deux matériaux, qui représente une infinité de combinaisons, de répondre, avec toutes les nuances, à tous les programmes financiers.

Le terme : béton armé est une désignation générale qui embrasse, en réalité, un nombre illimité de modes de constructions différentes. Chacun d'eux peut avoir un domaine aussi vaste, à lui seul, que celui de la maçonnerie ou des charpentes métalliques, le béton, comme le fer, se prêtant mutuellement leurs qualités pour donner au produit des qualités plus supérieures encore.

Les combinaisons si variées que comporte le béton armé ne proviennent pas seulement de la composition de chacune de leurs matières, mais aussi de la structure et des directions données à l'armature métallique. Les méthodes de tracés des armatures sont très nombreuses et évoluent, suivant les programmes imposés, en serrant de plus près les résistances à supporter.

Sans entrer dans les détails que comporte ce très vaste domaine; — qui n'est pas sans présenter encore de nombreuses obscurités, — un des modes d'emploi les plus intéressants qui se fasse jour au point de vue économique, est celui du moulage en béton armé de tout ou parties d'édifices.

Le moulage permet d'exécuter, pour des constructions étendues, par quantités, des fragments analogues, et réduit ainsi au minimum les frais de la main-d'œuvre. C'est une considération de première importance si l'on envisage que le renchérissement général de tout travail manuel est une loi économique que l'architecte doit, dans l'avenir, faire entrer de plus en plus dans tous ses calculs.

Concevoir par moulage, notamment, l'ossature générale de petites habitations, est du domaine des solutions réalisables. Pour nous, il ne fait aucun doute que, pour répondre aux nécessités brutales qui se font de plus en plus sentir d'enrayer, dans les centres urbains, la hausse du prix des loyers des petits logements, ces procédés soient un jour appliqués sur la plus vaste échelle.

La variété des combinaisons que le principe du béton armé contient encore en réserves, est, à notre avis, loin d'être épuisée, le grand nombre de brevets pris dans tous les pays ces dernières années, en est une des preuves.

Les constructeurs français sont peut-être ceux qui ont apporté, dans la recherche de procédés perfectionnés, le plus grand nombre d'idées et créé les types les plus variés.

Au point de vue du calcul, ce sont les méthodes françaises qui servent de bases aux grands travaux qui s'édifient dans le monde. Nous citerons ici, avec une mention toute spéciale, l'ingénieur-calculateur, M. de Tedesco, dont l'infatigable énergie et la haute science ont abordé les problèmes les plus ardus et dont les formules sont universellement appliquées.

On doit convenir que beaucoup d'éléments arbitraires subsistent encore dans ces calculs, pour déterminer rigoureusement les dimensions des ouvrages en béton armé. Mais, d'année en année, ces inconnus s'éliminent par l'application de méthodes de plus en plus rationnelles.

* * *

Le plus grand avantage du béton armé est d'établir une solidarité parfaite entre les diverses parties d'une construction. Par son emploi, on évite les ruptures brusques qui résultent de l'absence de cohésion.

Le grand écueil réside dans les précautions minutieuses qui doivent présider à l'exécution et à la mise en service de ce genre de travail.

Le minimum de sécurité est pendant l'exécution. Ceci est le grave reproche que l'on peut faire au béton armé, et il est mérité. Mais aussitôt que ses ouvrages ont acquis une certaine prise, la sécurité est assurée.

Contrairement aux autres systèmes non *homogènes, la sécurité croît avec la durée de la construction.*

Ce qui a pu arrêter l'essor du béton armé dans son application à l'habitation, est l'infériorité esthétique qu'il présente comparé aux autres modes de construire. Nous sommes accoutumés, par des habitudes séculaires de l'œil, à certaines formes consacrées. Le sentiment qui lie la beauté à une certaine robustesse des formes, est ancré dans nos esprits. Nous ne pouvons facilement admettre pour les édifices massifs de raréfier la matière au delà d'une certaine limite. Le béton armé est comme le fer ; son esthétique est encore très discutée au point de vue monumental.

Tout en le considérant surtout comme servant d'ossature à l'édifice, il n'est point téméraire, cependant, d'affirmer que le moment viendra où, par les efforts combinés d'architectes de haute valeur, le béton armé trouvera son expression de beauté à l'égal de toute autre matière.

Dans l'art de l'Ingénieur, le béton armé a déjà un domaine très vaste dans les routes, les ponts, les viaducs, les tunnels, les galeries, les travaux souterrains de tous genres. Il rend de grands services dans les bâtiments industriels. Au point de vue maritime, il peut être adopté pour les grands soutènements, les quais, les transbordeurs, les réservoirs, les écluses, les cales de radoub et autres grands ouvrages de ports.

Ce qui nous intéresse, nous autres Architectes, c'est d'en fixer les fonctions dans l'habitation. Dans l'art de bâtir solidement et économiquement, on peut attendre de son emploi de grands progrès.

Dans des communications faites ces dernières années, dans des Congrès internationaux d'Hygiène, nous avons indiqué la part qui incombe au béton armé pour réduire les frais de construction de la maison d'habitation. Il ne faut pas lui demander les éléments qu'il ne peut donner à bon compte, comme les murs et les cloisons. Dans ces clôtures de surface verticale, son prix de revient est trop élevé, la résistance du béton armé dépassant notablement les limites rationnelles nécessaires.

La construction en béton armé peut apporter dans les habitations populaires, dans un avenir prochain, des solutions réellement économiques. Ce qui constitue l'élément modifiable de ces habitations c'est l'ossature, le squelette, qui rend solidaire les planchers des points d'appuis verticaux. Appliqué judicieusement, en réduisant le prix du gros œuvre, le béton armé permet d'aborder avec des éléments absolument nouveaux, une construction écononomique.

La plaie du surpeuplement du logement populaire, dont l'intensité va croissant, soulève les problèmes les plus complexes qui se puissent poser de nos jours, pour l'amélioration de la santé publique. Le surpeuplement tient à deux causes : la spéculation qui s'empare de plus en plus du sol des villes, et de leurs banlieues; le renchérissement des prix de la construction.

Au dernier Congrès d'Hygiène et de Démographie à Berlin, au mois de septembre 1907, nous avons fait ressortir à quel point l'élément : spéculation du sol, entre pour une part importante dans l'état sanitaire des quartiers populaires. A la suite de notre communication, et sur notre proposition, le Congrès vota la résolution suivante qu'il est intéressant de rappeler ici :

Que le nœud de la question des habitations économiques dans les grandes villes, réside dans la considération du terrain.

Il lui paraît de la plus haute importance que, pour combattre les effets de la spéculation sur le sol des villes, les Municipalités, à qui incombent la défense des intérêts supérieurs de l'hygiène publique, s'assurent la possession d'une étendue notable de terrains à bas prix pour en user au mieux, suivant les circonstances particulières à chaque pays, pour l'amélioration rationnelle des conditions de l'habitation populaire.

Quant à la seconde cause, le prix élevé de la construction, il devient de plus en plus nécessaire de chercher à l'enrayer par des méthodes économiques nouvelles de bâtir. Il y a donc le plus grand intérêt à examiner, dans les pays où cette question peut se poser, dans quelle mesure le béton armé peut être introduit dans l'édification d'habitations économiques.

Depuis plusieurs années, nous avons préconisé des dispositions nouvelles,

modifiant d'une manière essentielle la forme générale des plans. La suppression des cours intérieures nous a amené à les remplacer par des cours ouvertes, en communication directe avec la voie publique, largement balayées d'air et baignées de lumière.

Le point essentiel que nous avons fait ressortir dans plusieurs Congrès, où furent présentés ces tracés absolument nouveaux, est que pour obtenir dans les grands centres urbains des habitations réellement hygiéniques, il faut arriver à la suppression complète des cours intérieures fermées en tous sens par des bâtiments. *L'Architecte qui est maître de pétrir à son gré le relief de l'habitation, doit avant tout subordonner aux besoins primordiaux de lumière et d'air, l'aspect même de ces bâtiments.* La lumière, — le trésor le plus précieux pour l'habitant, — trouve plus facilement à s'insinuer au cœur même de l'édifice en adoptant le principe des cours ouvertes, dont nous nous sommes fait l'initiateur et le propagateur résolu.

Les espaces libres environnant immédiatement l'habitation, que l'on peut appeler si justement : « Les poumons de l'habitation », doivent être reliés les uns aux autres pour exercer leur rôle bienfaisant en facilitant l'arrivée de l'air pur, venant de loin. chassant l'air vicié qui transpire, pour ainsi dire, par toutes les ouvertures de nos maisons.

La construction en béton armé facilite singulièrement ces plans à cours ouvertes. Les points d'appuis destinés à soutenir les planchers sont liaisonnés entre eux dans le sens vertical par des murs creux formant clôture extérieure ou divisions intérieures.

Deux parties de la construction sont surtout intéressantes à établir en béton armé : *l'escalier et la toiture.*

L'escalier est le plus souvent mal établi, trop coûteux, on en fait un espace clos qui est si nuisible à l'hygiène générale des habitations.

Nous avons donné de l'escalier une définition rationnelle en l'appelant : « La rue verticale ».

Comme la voie publique, la voie privée qui donne verticalement accès aux différents étages d'une maison, ne doit pas être close; elle doit être en communication directe avec l'air extérieur.

Trop souvent formé de matériaux insuffisants, quant à leur cohésion, l'escalier doit être avant tout incombustible. Dans certains pays le bois a été rejeté par les règlements des constructions comme présentant pour la vie des habitants, en cas d'incendie, les plus grands dangers.

Un bon escalier doit être monolythe, c'est-à-dire faire corps avec les points d'appuis ou les murs qui l'entourent. Il semble donc tout naturel de l'enfermer dans une ossature homogène que seul le béton armé peut lui procurer économiquement. Que les marches et les paliers soient recouverts ensuite de dalles minces en pierres rapportées, en grès ou autre matière suivant les pays, rien de plus facile.

Nous ne préconisons pas le béton armé pour rester apparent, mais seulement comme ossature.

Dans une communication que nous avons présentée au dernier Congrès International des Architectes de Londres, en 1906, nous avons indiqué une nouvelle méthode de construction d'habitations situées à l'alignement des voies publiques. Elle permet de réduire considérablement les charges écrasantes d'expropriation qui incombent aux Municipalités, lorsqu'elles veulent procéder à l'élargissement des voies de circulation.

Les dessins qui accompagnaient cette communication faisaient voir que les expropriations par tranches verticales, peuvent être prévues d'avance au moment de la création de voies publiques nouvelles. Ce mode d'expropriation nécessite, pour les riverains, un système de construction dont le béton armé donne économiquement la meilleure solution.

Par la construction sur points d'appuis déterminés supportant toutes les charges, il est facile à des immeubles construits par sections verticales, de se trouver amputés, pour ainsi dire, au fur et à mesure des nécessités, des parties de la construction nécessaires aux élargissements successifs de la voie publique.

Le béton armé est destiné à jouer, ici encore, un rôle important.

Un autre élément qui peut introduire dans la construction de l'habitation populaire une économie réelle, c'est le remplacement de la toiture par la terrasse horizontale, dont le béton armé donne si aisément la solution.

La modification du système de couverture des immeubles économiques, est une nécessité de nos jours qui semble s'imposer dans les climats tempérés.

Supprimer tout ce qui est coûteux d'exécution, ce qui est formé de matériaux disparates, nécessitant l'emploi d'une main-d'œuvre trop morcelée en corps d'état spécialistes, c'est là que doit porter tout l'effort. L'initiative de ce mouvement doit venir de l'Architecte lui-même. Son rôle est avant tout, sans diminuer la valeur de résistance à l'usure que doit présenter toute habitation bien conçue, de rechercher tout ce qui peut réduire les frais de construction.

Le béton armé est la véritable solution, donnant à la fois satisfaction aux exigences hygiéniques et économiques des constructions modernes, et permettant l'amélioration des conditions générales de l'habitation.

M. le Lieutenant-Colonel J. WELSCH
au château de Montussaut, par Aigueperse (Puy-de-Dôme).

UTILISATION DE LA PHOTOGRAPHIE EN BALLON DANS LES RECONNAISSANCES

— 7 août —

La photographie en ballon ne peut donner, à la guerre, de renseignements utiles que si l'on est en mesure de déduire d'un cliché les positions occupées par l'ennemi, l'emplacement de ses ouvrages, etc.

On est donc amené à se poser le double problème suivant :

1° Étant donné un cliché obtenu d'un ballon (ou d'un cerf-volant), déduire du cliché lui-même la position du ballon (ou du cerf-volant) — projection horizontale et cote — au moment où il a été pris ;

2° Déterminer et reporter sur la carte les positions de l'ennemi, ses points d'appui, les ouvrages qu'il a établis.

Il y a plus d'un demi-siècle que le colonel Laussedat a étudié l'application de la photographie au lever des plans et a réussi à reconstituer avec précision les détails des édifices, des ouvrages, etc., mais il n'employait que des stations fixes, connues et peu élevées au-dessus du sol ; de plus, la plaque photographique était toujours rigoureusement verticale.

Depuis les récents progrès de l'aérostation, on s'est préoccupé d'obtenir les restitutions de photographies prises en ballon, dans des conditions très diverses, où le cliché peut avoir une inclinaison quelconque. Des officiers du génie ont établi des méthodes pratiques qui sont exposées dans la *Revue du Génie* (année 1906-1907).

Mais ces méthodes, qui nécessitent la construction d'une courbe d'erreur, reposent sur la connaissance de l'appareil photographique employé (distance focale, point principal, etc.)

Notre solution, purement géométrique et se réduisant à un tracé de lignes droites, permet de s'affranchir de cette connaissance : il suffit d'avoir pu reconnaître sur la photographie cinq ou six points dont on possède les projections sur la carte et les cotes. (Cinq si le cliché est vertical, six dans le cas contraire).

D'où deux cas à examiner, dont le premier, peu réalisable en ballon, n'est qu'un acheminement vers le second, absolument général :

A. Le Cliché est vertical

1° Soient A, B, C, D, E, cinq points appartenant au terrain, représentés sur la carte par leurs projections cotées en A_0, B_0, C_0, D_0, E_0 *(fig. 1)*, et reconnus sur la photographie en $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$; les projections a, b, c, d, e

de ces derniers points sur une horizontale quelconque du cliché y déterminent des divisions dont les rapports anharmoniques correspondent à

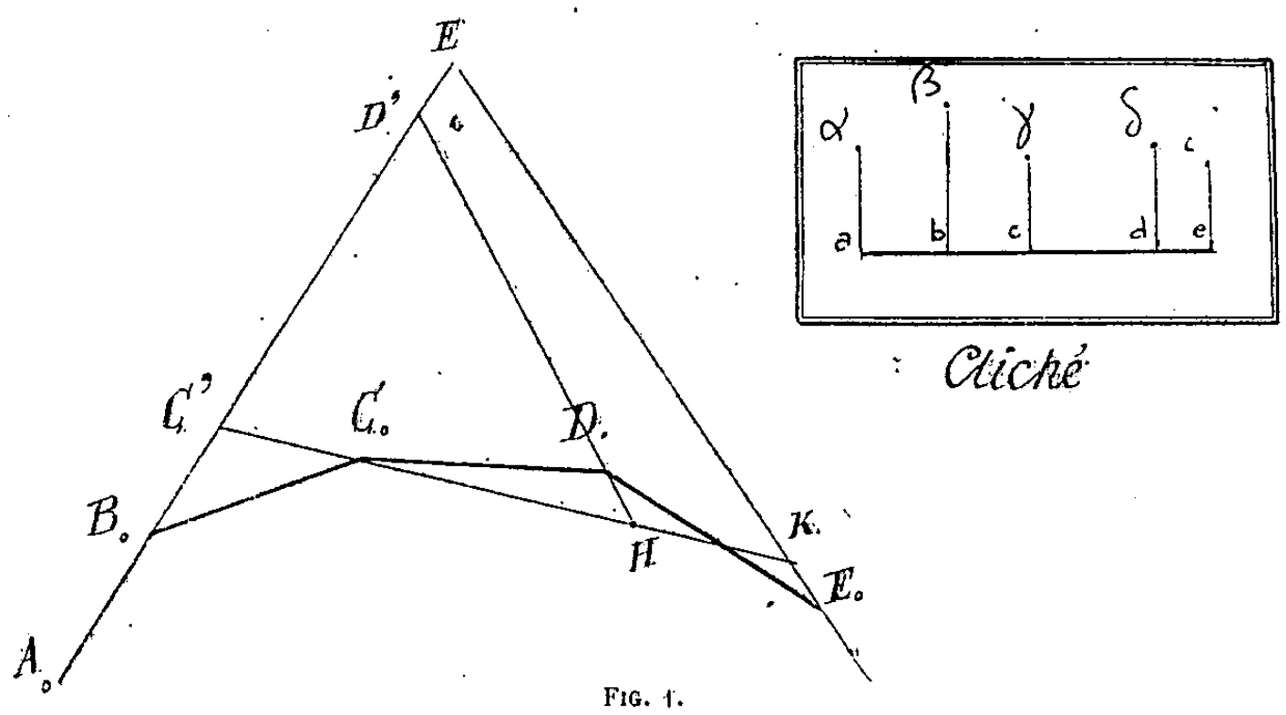


Fig. 1.

cinq coniques passant respectivement par quatre des points A_0, B_0, C_0, D_0, E_0 de la carte et se coupant en un même point S_0, qui est le pied de la verticale du ballon (exactement du centre optique de l'objectif de l'appareil photographique).

Pour avoir ce point S_0, nous opérerons comme il suit :

Sur la droite qui joint deux des points A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, par exemple A_0 et B_0, marquer les points C′, D′, E′ qui divisent cette droite en segments proportionnels à ceux déterminés sur l'horizontale du cliché par les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*; la conique $A_0B_0C_0D_0S_0$ passera par l'intersection H de C_0C' avec D_0D'; de même la conique $A_0B_0C_0E_0S_0$ passera par l'intersection K de C_0C' avec E_0E'.

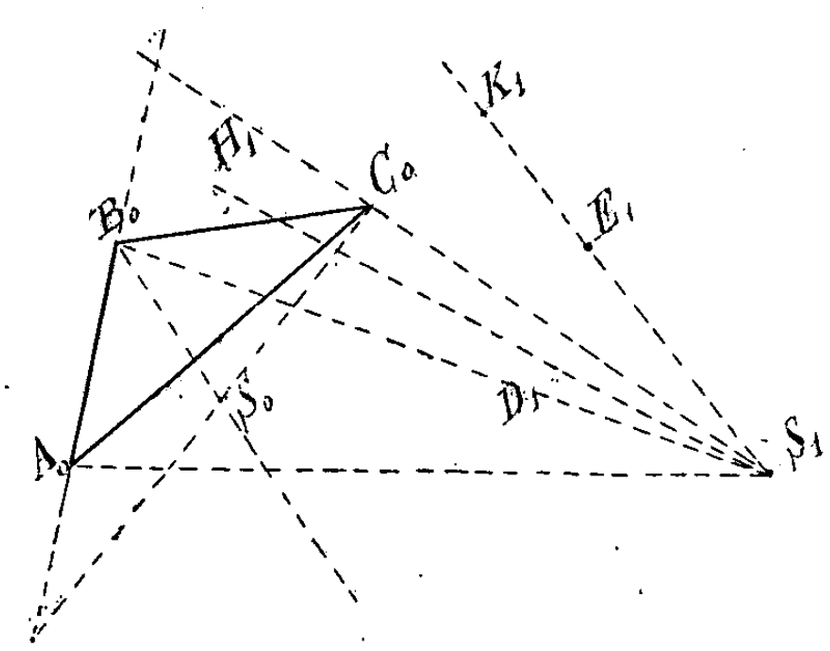


Fig. 2.

D_1, E_1, H_1, K_1 *(fig. 2)* étant les réciproques (*) de D_0, E_0, H, K, par

(*) La transformation par réciprocité consiste à remplacer un point quelconque du plan par celui dont les coordonnées barycentriques (proportionnelles aux aires des triangles ayant pour bases les côtés du triangle de référence, et pour sommet commun le point considéré) sont les inverses de celles du premier point.

Dans ce mode de transformation, deux points correspondants sont dits réciproques l'un de l'autre ; les droites qui joignent deux points réciproques à l'un quelconque des sommets du triangle de référence déterminent sur le côté opposé des segments égaux symétriques par rapport à son milieu et sont pour cette raison dites isotomiques. De plus, toute conique circonscrite au triangle de référence a pour transformée une ligne droite et inversement.

rapport au triangle $A_0B_0C_0$, les droites D_1, H_1, E_1, K_1 sont les transformées par réciprocité des coniques $A_0B_0C_0D_0S_0$, $A_0B_0C_0E_0S_0$, et leur point d'intersection S_1 est le point réciproque du point cherché S_0, qui se trouve ainsi déterminé, sans qu'on ait eu besoin de tracer les coniques.

***

Reste à trouver la *cote du ballon :*

On commencera par tracer sur la carte la droite que le faisseau $S_0(A_0B_0C_0D_0E_0)$ découpe en segments respectivement égaux à ceux de l'horizontale du cliché : cette droite sera la trace du plan symétrique par rapport au centre optique de l'objectif, de celui dans lequel était la plaque photographique au moment de l'opération *(fig. 3)*.

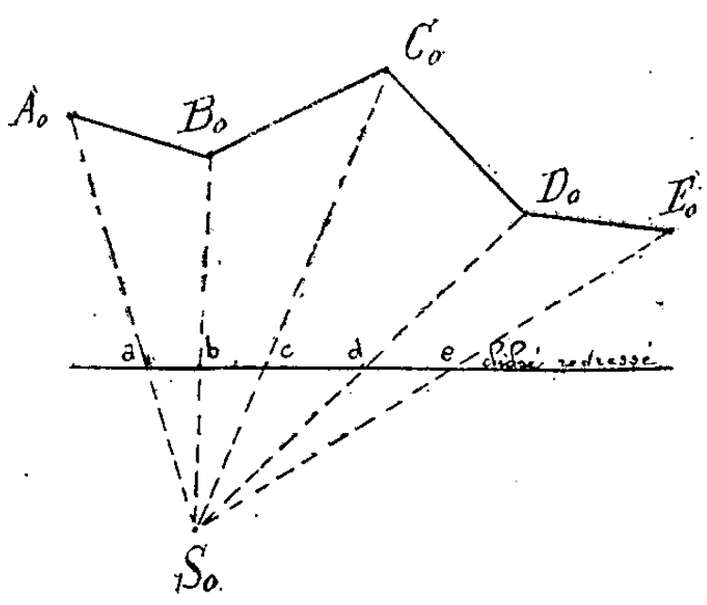


FIG. 3.

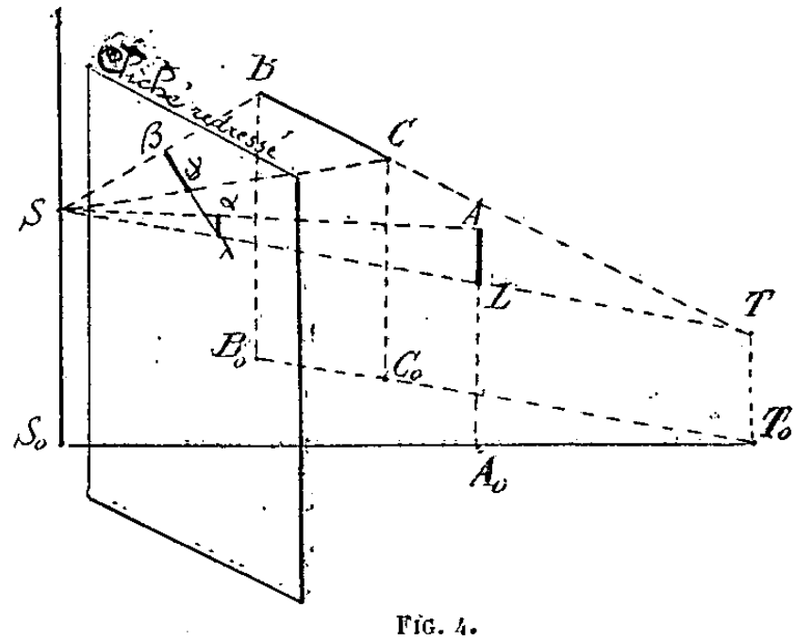


FIG. 4.

Pour obtenir la position du ballon sur sa verticale, on se servira d'un plan passant par cette verticale et par l'un des points A, B, C, D, E (A par exemple) *(fig. 4)*.

La droite qui joint le ballon à la trace T de BC sur ce plan détermine sur la verticale de A un segment donné en réduction par la photographie en $\alpha\lambda$ dont la grandeur à l'échelle du dessin est $\alpha\lambda \times \frac{S_0A_0}{S_0a}$ et qu'on portera en AL à partir de A et dans le sens convenable.

TL rencontrera la verticale S_0 en un point S qui donnera la position du ballon.

***

2° *Reporter sur la carte un point P reconnu sur le cliché.*

Le cliché ayant été reporté sur la carte il n'y a qu'à résoudre un simple problème de géométrie cotée.

B. Le plan du Cliché est quelconque.

1° Soient six points figurés sur la carte en A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0 dont les cotes sont connues, et que l'on retrouve sur le cliché. Le plan de

celui-ci coupe les faisceaux de plans tels que SA(BCDEF) suivant des faisceaux de droites tels que $\alpha(\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi)$, qui donnent les valeurs de leurs rapports anharmoniques *(fig. 5)*.

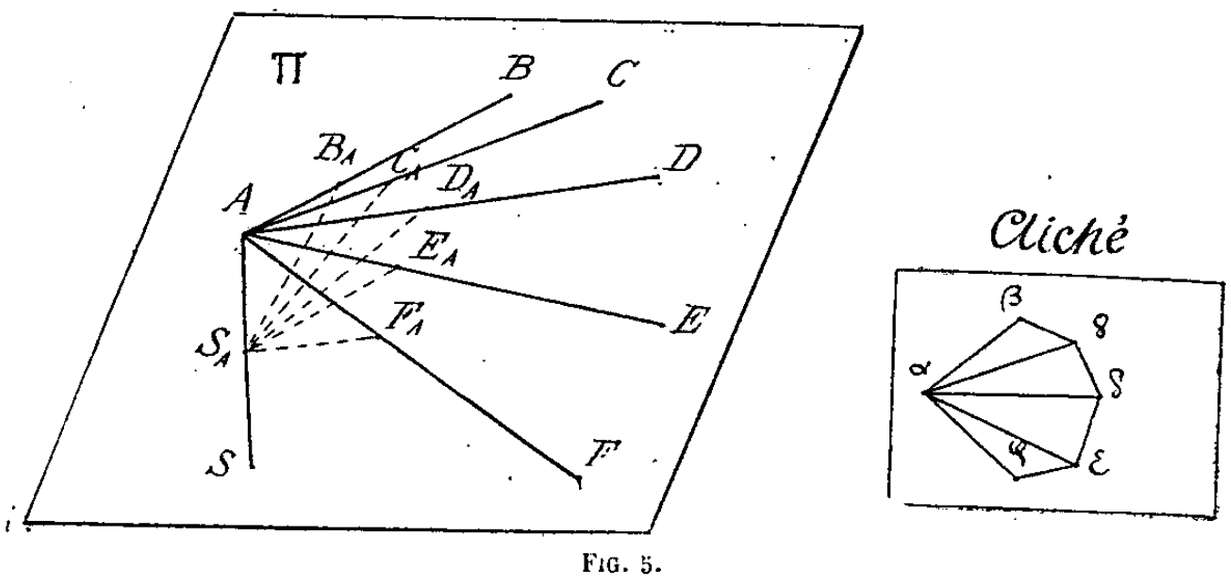


FIG. 5.

Un plan auxiliaire quelconque Π coupe les mêmes faisceaux de plans suivant des faisceaux de droites ayant les mêmes rapports anharmoniques ; l'un de ces faisceaux est $S_A(B_AC_AD_AE_AF_A)$; les traces B_A, C_A, D_A, E_A, F_A, sur le plan auxiliaire, des droites AB, AC, AD, AE, AF permettront de déterminer la trace S_A de l'arête SA du faisceau de plans, de la même manière que, dans le cas précédent, les points A_0, B_0, C_0, D_0, E_0 ont permis, par la connaissance des rapports anharmoniques, de déterminer sur la carte la projection horizontale du ballon.

La position du ballon sera fournie par l'intersection de deux droites telles que SA, SB.

Pratiquement, il paraît avantageux de choisir, comme plan auxiliaire, un plan vertical soit de front, soit passant par deux des points considérés.

*
* *

2° *Le relevé d'un point quelconque P* reconnu sur la photographie se fera d'abord en perspective dans le plan auxiliaire à l'aide de deux plans menés par exemple, l'un par SA. l'autre par SB, et déterminés par les rapports anharmoniques mesurés sur le cliché. Dès lors, la détermination de sa position exacte se réduira, comme dans le cas précédent, à un problème de géométrie cotée.

N.-B. — Le principe invoqué de la conservation des rapports anharmoniques permet, en outre, de déterminer sur la photographie les points de fuite de la verticale et de deux horizontales rectangulaires, et d'en déduire la ligne d'horizon, le point principal, la distance focale, l'inclinaison et le déversement latéral de l'appareil.

PHYSIQUE

M. le Lieutenant de Vaisseau C. TISSOT

Professeur à l'École Navale (Brest).

SUR LA TRANSMISSION D'UN SIGNAL HORAIRE PAR LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

— 4 août —

Le problème des longitudes est l'un de ceux qui présentent le plus grand intérêt pour les navigateurs.

Dès l'apparition de la télégraphie sans fil, on pouvait entrevoir la possibilité de lui donner une solution générale. Toutefois, tant que la technique de la télégraphie sans fil fut peu avancée et que, pour obtenir des portées incertaines de 200 à 300 kilomètres, il fallait s'adresser à des postes extra puissants et à des dispositifs de réception délicats, on ne pouvait songer à l'utiliser à la transmission d'un signal horaire capable de rendre un véritable service aux bâtiments.

La question ne pouvait se poser tant que la sécurité de la réception des signaux ne fut pas assurée à l'aide de dispositifs assez simples pour pouvoir être mis à la portée d'un personnel non spécialisé et assez peu coûteux pour pouvoir être adoptés avec avantage par tous les bâtiments de commerce.

On conçoit, notamment, que les dispositifs de réception par cohéreurs ne pouvaient permettre d'aborder la solution du problème. Ils comportent en effet, toute une série d'organes mécaniques (relais, frappeur) dont l'inertie entraine un temps perdu d'un ordre de grandeur comparable à celui des intervalles de temps qu'il s'agit d'évaluer.

L'introduction dans la technique des divers détecteurs au son (magnétique, électrolytique) et l'accroissement considérable des portées qui résultait de leur adoption, permettait d'envisager la possibilité d'une solution pratique.

Cette solution demeurait toutefois subordonnée à l'existence d'une station capable de transmettre des signaux dans un rayon suffisant.

Au cours des expériences entreprises par la Commission centrale de la Marine en novembre 1907, il apparut, entre autres résultats, que nos bâtiments recevaient avec une régularité parfaite les signaux émis par la tour Eiffel, dans tout le bassin occidental de la Méditerranée.

Encouragé par le succès de ces expériences, nous songeâmes à procéder à une série d'essais méthodiques pour rechercher dans quelles conditions on pourrait utiliser le poste de la tour Eiffel à la transmission d'un signal horaire.

Grâce à la collaboration du capitaine Ferrié, il nous fut possible d'exécuter les essais entre la tour Eiffel et Brest dans le cours du mois de décembre 1907.

Les essais consistaient à obtenir, à l'aide de « tops » envoyés par le poste de la tour et recueillis par un récepteur approprié, la comparaison de chronomètres de marches bien connues placés dans chacune des stations. On s'efforçait de se rapprocher le plus possible des conditions de réception susceptibles d'être réalisées dans la pratique courante. L'un des postes choisis à Brest était un bâtiment mouillé sur rade, et l'antenne réceptrice utilisée était un simple conducteur filiforme tendu horizontalement à une vingtaine de mètres au-dessus du pont, disposition qui peut être aisément reproduite à bord de n'importe quel bâtiment de commerce.

Comme récepteur on se servait d'un récepteur électrolytique de modèle simplifié.

Enfin, les comparaisons étaient prises, non par un spécialiste de télégraphie sans fil, mais par un timonier rompu à la pratique des chronomètres et complètement ignorant de la technique de la télégraphie sans fil.

Après une première série d'essais destinés à fixer le mode opératoire, on s'arrêta à un procédé d'application commode, capable de donner toute satisfaction au point de vue de la sécurité.

Les observations fournissaient une valeur de l'état absolu de notre chronomètre. Cet état absolu pouvait être obtenu d'autre part par comparaison avec la pendule de l'Observatoire de la Marine.

Or, les valeurs absolument concordantes fournies par une dizaine de séries d'observations coïncidaient à moins de $0^s,5$ près avec la valeur donnée par la comparaison à la pendule.

Si l'on observe que *4ˢ de temps* représentent *1 mille* d'équateur, on voit que l'approximation obtenue est amplement suffisante pour permettre aux bâtiments munis du dispositif récepteur d'atterrir en toute sécurité sur un état absolu déterminé par observations radiotélégraphiques.

A la suite de ces expériences, j'ai eu l'honneur de saisir le Bureau des longitudes d'une proposition tendant à l'installation d'un service journalier de signaux horaires à la tour Eiffel.

Cette proposition, dont le texte est reproduit plus loin, fut présentée et appuyée par le commandant Guyon, et les conclusions en furent adoptées par le Bureau des longitudes dans sa séance du *22 janvier 1908*.

M. Bouquet de la Grye a soumis à l'Académie des Sciences *(séance du 30 mars 1908)* une proposition tout à fait analogue.

Bien que j'aie lieu de croire qu'une suite ait été donnée à ces propositions, aucune solution pratique définitive n'est encore intervenue.

Depuis l'exécution des expériences que j'ai relatées, cependant, on a pu constater par l'échange régulier des messages entre la tour Eiffel et nos

bâtiments de la station du Maroc, qu'il serait désormais possible de transmettre un signal horaire émis par la tour Eiffel dans un rayon de 400 milles des côtes de France.

Nous avons établi, d'autre part, avec le concours de M. F. Pellín, un modèle de récepteur muni d'un chronographe, qui est assez simple, robuste et peu coûteux pour qu'on puisse en répandre immédiatement l'usage sur les bâtiments de commerce.

Comme mesure transitoire, et *en attendant la réunion de la Commission internationale qui doit être provoquée par le Bureau des longitudes*, j'estime qu'il serait possible d'établir *dès maintenant*, avec le concours des départements intéressés, un service journalier de transmission de signal horaire à la tour Eiffel.

J'ai l'honneur d'attirer l'attention de l'Association, et, en particulier, des Sections de Physique, d'Astronomie et de Navigation, sur l'intérêt qu'il y aurait à établir ce service à bref délai, et je lui demande de bien vouloir émettre un vœu en ce sens.

La proposition présentée au Bureau des longitudes dans sa séance du 22 janvier dernier était formulée dans les termes suivants :

Dès l'apparition de la télégraphie sans fil, il n'échappa à personne, dans les milieux compétents, que grâce au nouveau mode de transmission de signaux, le problème des longitudes en mer pouvait être considéré comme virtuellement résolu, et si jusqu'à ce jour les marins et les astronomes ont paru se désintéresser de la question, c'est qu'il eût été prématuré d'engager ou de projeter quoi que ce fût avant que l'expérience eût renseigné sur les moyens pratiques d'utiliser les ondes Hertziennes.

Mais aujourd'hui il n'y a plus aucune raison de différer l'étude et la mise à exécution des dispositions propres à réaliser un progrès d'importance aussi capitale pour la sécurité de la navigation.

Nous constatons d'une part, en effet, par la régularité des communications échangées entre Paris et la division navale du Maroc que la transmission des signaux peut s'effectuer jusqu'à une distance de 1.000 milles, et l'on peut conclure de là que, sauf pour un petit nombre de régions, il est désormais possible, au moyen d'un ensemble de stations radiotélégraphiques convenablement réparties sur les îles et les rives des continents, d'envoyer des signaux horaires en tous les points des océans.

D'autre part, la technique de la télégraphie sans fil est aujourd'hui bien acquise ; les instruments récepteurs actuels notamment sont d'un maniement assez simple pour qu'on puisse en répandre l'usage sur les navires de commerce, et ces appareils peuvent encore être notablement simplifiés. M. Tissot vient précisément de placer sous les yeux du Bureau des longitudes un modèle remarquablement simple qu'il a expérimenté avec plein succès.

On pourrait enfin citer, comme nouvelle preuve que la question est bien mûre au point de vue technique, ce fait que, depuis le mois de juillet dernier, un service de signaux horaires fonctionne à la station radiotélégraphique de Camperdown au port d'Halifax (Canada).

M. Tissot, rendant compte d'expériences de transmission d'heure effectuées

entre Paris et Brest, propose d'installer un service analogue sur la tour Eiffel; il ajoute que les signaux horaires ainsi transmis permettraient aux navires passant à 200 milles de toutes nos côtes de régler leurs chronomètres.

Cette proposition de M. Tissot mérite, pour diverses raisons d'ordre technique, d'être prise en sérieuse considération; mais, si l'on examine la question à un point de vue plus général, on se rend compte aisément qu'il n'est pas possible de s'en remettre à l'initiative indépendante des diverses puissances du soin de créer des stations horaires.

Il est évident tout d'abord que des stations horaires dont les zones d'influence seraient voisines et même, en partie communes, n'aboutiraient qu'à des confusions plus dangereuses que les incertitudes de l'état actuel sans une entente préalable sur le mode de signal adopté et sur le méridien fondamental choisi.

D'ailleurs, ce problème des longitudes en mer est, par sa nature même, un problème d'ordre essentiellement international, dont la solution doit être étudiée au point de vue des intérêts généraux de la navigation et réalisée d'après un plan d'ensemble établi par une Commission aussi compétente au point de vue scientifique qu'au point de vue nautique, c'est-à-dire par une Commission internationale composée de savants et de marins.

Le Bureau des longitudes est, par ses attributions mêmes, particulièrement qualifié pour prendre l'initiative de provoquer la réunion de cette Commission.

Le Bureau des longitudes adopta ces conclusions.

M. C. TISSOT

SUR UNE CLASSE DE DÉTECTEURS D'OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES BASÉS SUR LES PHÉNOMÈNES THERMO-ÉLECTRIQUES

— 4 août —

En étudiant les propriétés de certains contacts imparfaits capables d'être utilisés comme détecteurs d'oscillations électriques, nous avons été conduit à utiliser un contact constitué par une pointe métallique reposant sur un fragment de pyrite de cuivre.

Établi sans autre précaution, un pareil contact se comporte à première vue comme un auto-décohéreur de sensibilité médiocre quand on l'intercale dans le circuit d'un élément de pile et d'un téléphone.

Mais, il présente une propriété particulière qui a tout de suite attiré notre attention. C'est qu'il permet de recevoir les signaux émis, au téléphone, même après suppression de la pile, c'est-à-dire de la force électromotrice qui lui est appliquée.

C'est aussi ce qui se produit avec un détecteur électrolytique. Un détecteur électrolytique permet, en effet, d'opérer la réception des signaux sans

qu'on lui applique de force électromotrice auxiliaire : sa sensibilité se trouve alors d'ailleurs sensiblement réduite.

L'effet apparent de *soupape* qui se produit lorsqu'un détecteur électrolytique reçoit une oscillation électrique peut être interprété (*) d'une manière très simple en observant qu'en raison de l'inégale concentration ionique aux électrodes, l'action d'un courant alternatif sur une électrode polarisable donne lieu à un effet dissymétrique qui se traduit par l'apparition d'un courant continu.

Il n'est guère vraisemblable, *à priori*, qu'un effet analogue puisse se produire au contact de deux corps solides.

D'ailleurs, le fait que le contact métal-pyrite fonctionne sans source auxiliaire parait incompatible avec l'idée que la variation de résistance joue le rôle important dans le phénomène.

En fait, l'expérience montre qu'il y a bien une force électromotrice développée dans le contact alors qu'il est soumis à l'effet des oscillations.

Si l'on intercale le contact dans une antenne réceptrice et que l'on dispose, en dérivation sur ce contact, un galvanomètre *sans ajouter de pile auxiliaire*, on observe que le galvanomètre dévie tant que l'antenne est le siège d'oscillations électriques.

Le fait de la production d'une force électromotrice peut s'interpréter, sans l'intervention d'un phénomène nouveau, en supposant que l'élévation de température provoquée par le passage des oscillations dans le contact donne naissance à un effet thermo-électrique.

Une première présomption en faveur de cette assertion est que la pyrite de cuivre se trouve être précisément douée d'un pouvoir thermo-électrique élevé.

Mais il se présente une conséquence dont la vérification peut être immédiate, c'est la possibilité de constituer des détecteurs analogues à celui que nous avions fortuitement réalisé *par le choix méthodique de corps de pouvoirs thermo-électriques différents*.

L'expérience montre, en effet, tout d'abord, que l'on arrive aisément à constituer un détecteur avec deux corps hétérogènes *à peu près quelconques*, pourvu que ces corps soient suffisamment éloignés l'un de l'autre dans la chaîne thermo-électrique.

En principe, pour réaliser un détecteur, il suffit de se reporter à la série suivante dans laquelle chacun des corps est électro positif par rapport à ceux qui le précèdent et électro-négatif par rapport à ceux qui le suivent :

Les diverses variétés de pyrites de cuivre ;
Bioxyde de manganèse cristallisé ;
Alliage de Becquerel (10 Bi + 1 Sb) ;
Bismuth ;

(*) *Sur l'effet enregistré par le détecteur électrolytique*, par C. TISSOT.— Congrès de Reims, 1907.

Les métaux et alliages usuels ;
Antimoine ;
Sulfure de cuivre fondu et sulfure de cuivre naturel (chalcosine);
Sélénium ;
Tellure ;

Comme combinaisons éminemment propres à être utilisées, on peut citer, par exemple, l'association d'un métal quelconque, soit avec la chalcopyrite, qui est électro-négative, soit avec le sulfure de cuivre artificiel ou naturel (chalcosine), ou avec le tellure, qui sont fortement électro-positifs par rapport aux métaux.

On obtient aussi, bien entendu, d'excellents résultats, en associant ensemble des corps qui occupent les extrémités opposées de la chaine. Ainsi le tellure fonctionne très bien avec la pyrite de cuivre.

Toutefois, pour vérifier qu'il s'agit bien, en l'espèce, d'un phénomène thermo-électrique, il convient de constater que la force électromotrice développée a le sens prévu.

C'est ce que nous avons établi par l'expérience suivante : on dispose deux contacts, l'un chalcopyrite-pointe de cuivre, l'autre tellure-pointe de cuivre (comprenant l'un un corps plus électro-négatif, l'autre un corps plus électro-positif que le cuivre) en dérivation aux bornes d'un même galvanomètre.

Par le jeu d'un commutateur, ces contacts peuvent être intercalés, à tour de rôle, dans une antenne réceptrice que l'on attaque à distance.

Or, si l'on fait en sorte de relier le cuivre de chaque contact à la même borne du galvanomètre, on constate que les oscillations mises en jeu dans l'antenne réceptrice font dévier le galvanomètre dans un sens ou dans l'autre, selon qu'on fait usage du contact chalcopyrite-cuivre ou du contact tellure-cuivre.

C'est bien ce qui doit se produire si le phénomène est de nature thermo-électrique, la force électro-motrice développée étant de signe contraire dans chacun des contacts choisis.

Si les divers contacts que l'on peut constituer par l'association de corps de pouvoirs thermo-électriques différents sont susceptibles de fonctionner comme détecteurs d'oscillations, il ne s'en suit pas qu'ils présentent tous la même sensibilité.

L'interprétation que nous avons donnée du phénomène suppose qu'il se produit un effet thermique par le passage des oscillations dans le conctact.

Pour que cet effet thermique puisse acquérir une certaine valeur et donner naissance à une force électromotrice thermo-électrique appréciable, on conçoit qu'il convienne tout d'abord de réaliser un contact de surface aussi réduite que possible de manière à *localiser*, en quelque sorte en un point, l'énergie mise en jeu.

On arrive *en principe* au résultat voulu en faisant reposer l'un sur l'autre les corps convenablement choisis par une arête vive ou une pointe.

En opérant ainsi d'une manière uniforme en apparence, on n'obtient pas le même succès avec tous les contacts.

Nous opérions d'abord en disposant le conctact à étudier selon le schéma ci-contre, c'est-à-dire en un ventre de tension dans le système récepteur d'accord. C'est la place que l'on donne au détecteur électrolytique.

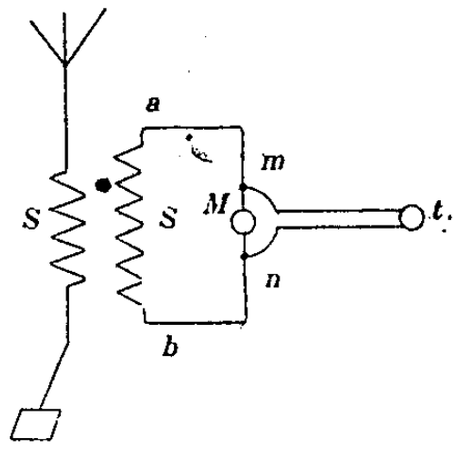


FIG. 1.

Dans la réception par Tesla ou Jigger, par exemple, le contact se trouve ainsi en M et est relié aux extrémités du solénoïde secondaire d'accord *s'*, le téléphone étant disposé en dérivation aux bornes *m* et *n* du contact *(fig. 1)*.

Dans ces conditions, certains contacts — celui que l'on obtient, par exemple, avec une pointe métallique et de la pyrite de cuivre — exigent un réglage très minutieux pour fonctionner.

Si l'on se borne, sans autre précaution, à faire reposer une pointe métallique mousse sur un fragment de chalcopyrite, on n'obtient, en général, aucun résultat satisfaisant.

On arrive, au contraire, à réaliser un détecteur excellent, soit en réglant la pression du contact, soit — et mieux encore — en substituant à la pointe mousse un bout de fil fin (fil de platine de 5/100os de millimètre, par exemple.

D'autres contacts, ceux que l'on obtient avec le tellure, notamment, ne paraissent nécessiter aucun réglage préalable.

Il suffit, par exemple, de faire reposer sans autre soin, par une pointe ou une arête, un fragment de tellure sur un disque de laiton poli, pour obtenir, à coup sûr, un détecteur de sensibilité moyenne.

Pour essayer de pénétrer la raison de ces différences, nous avons songé à faire la mesure des résistances des divers contacts. Ces résistances présentent, bien entendu, des valeurs assez variables selon la pression exercée, mais, pour une même association, conservent le même ordre de grandeur.

Or, tandis que le contact pointe mousse chalcopyrite présente une résistance voisine seulement d'une cinquantaine d'ohms, le contact au tellure a une résistance de 500 ohms, et, avec le fil de platine fin et la chalcopyrite, on obtient des contacts dont la résistance dépasse 1.200 ohms.

On conçoit que le fait puisse jouer un rôle important dans les circonstances de la réception.

Un contact de faible résistance occupe évidemment une place défec-

tueuse lorsqu'on le dispose en un *ventre de tension* et il n'est pas surprenant qu'il fonctionne mal dans de pareilles conditions.

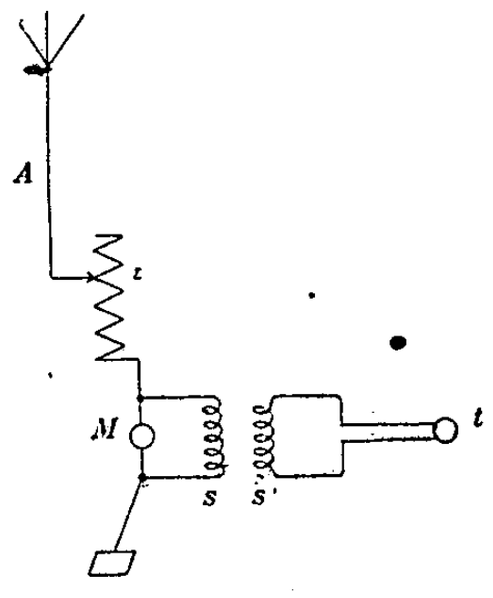


FIG. 2.

Mais il doit en être autrement si on le dispose en un *ventre de courant*.

L'expérience montre en effet qu'il en est bien ainsi *(fig. 2)*.

Il suffit d'intercaler un pareil contact à la base de l'antenne — entre l'antenne et la terre — pour que son fonctionnement devienne sûr et immédiat.

Avec ce montage éminemment simple, qui est précisément celui qui convient au bolomètre, le réglage de l'accord du système récepteur doit être opéré en modifiant l'antenne par l'addition d'une inductance convenable, ou *self d'antenne* réglable Σ. Le téléphone peut être directement disposé en dérivation sur le contact, mais il est plus avantageux d'agir sur lui par l'intermédiaire d'une bobine à deux enroulements, c'est-à-dire d'un petit transformateur dont on donne au primaire *s* une résistance faible et au secondaire *s'* une résistance en rapport avec celle du téléphone.

Il convient également, dans l'emploi des contacts à résistance notable, de couper par un condensateur convenable le circuit *bn* qui relie le détecteur au secondaire du circuit d'accord, afin d'éviter la dérivation du courant continu qui résulte de l'effet thermo-électrique, dans le solénoïde *s'*.

Ainsi, selon le mode de montage que l'on a en vue, on doit adopter, soit un contact de faible résistance, soit un contact de résistance notable.

Il est toujours loisible de le faire, car le nombre des associations que l'on peut réaliser est certainement assez grand pour permettre d'exercer un choix *méthodique*.

Nous ne pouvons prétendre les avoir réalisées toutes.

Parmi celles qui nous ont donné les résultats les plus constants, nous signalerons particulièrement les associations où entrent de la chalcopyrite, de la chalcosine ou du tellure.

Par des artifices très simples, on arrive assez aisément à donner au contact une surface suffisamment réduite pour obtenir des détecteurs d'une sensibilité comparable à celle des meilleurs électrolytiques.

C'est ainsi, qu'avec le concours de M. Pellin, nous avons pu établir plusieurs modèles de détecteurs qui permettent d'interpréter à Brest, non seulement les signaux de la tour Eiffel, mais aussi ceux qu'émettent nos bâtiments de la station du Maroc.

Il est vraisemblable qu'on arrivera dans l'avenir à réaliser d'autres combinaisons que celles auxquelles nous avons dû nous borner pour l'instant. Il nous paraît même certain qu'on en a déjà réalisé fortuitement.

M. Branly a signalé tout récemment qu'il a déjà fait usage, comme détecteurs de grande sensibilité, de trépieds-disques à pointes de tellure ou de tellurures divers.

A la vérité, ces trépieds étaient utilisés à la manière de contacts imparfaits, c'est-à-dire en intercalant le contact dans le circuit d'une pile auxiliaire et d'un téléphone.

Nous croyons toutefois qu'ils rentrent dans la classe des détecteurs thermo-électriques.

Il doit suffire, pour s'en assurer, de faire usage du détecteur après avoir supprimé la source auxiliaire.

Le détecteur cessera de fonctionner si c'est un simple auto-décohérent à variations de résistance, tandis que son fonctionnement n'en sera pas troublé s'il appartient à la catégorie de ceux que nous étudions ici.

Il importe à ce propos de noter les différences essentielles que présentent les contacts imparfaits ordinaires ou auto-décohérents et les détecteurs du type thermo-électrique.

Une première différence essentielle résulte de la nature du phénomène. Avec les détecteurs thermo-électriques, il y a production d'une *force électromotrice* sous l'effet des oscillations et non d'une simple *variation de résistance*. Il en résulte que les détecteurs thermo-électriques fonctionnent *sans pile auxiliaire*, ce que ne peuvent faire les auto-décohérents.

Un autre point que nous avons signalé plus haut, et qui est fort important pour le mode de montage, résulte de la possibilité que l'on a de réaliser des contacts thermo-électriques dont la résistance présente des valeurs très différentes.

Cette grande élasticité permet d'opérer un choix judicieux du détecteur en vue de l'objet qu'on se propose.

Selon que l'on désire utiliser le détecteur soit à un ventre de tension, soit à un ventre de courant, dans le système récepteur, on peut s'adresser à un contact de résistance élevée, ou de résistance faible.

Enfin, une différence tout à fait capitale tient à ce que les détecteurs thermo-électriques, par le fait qu'ils sont *thermiques*, sont sensibles, de même que le bolomètre, à l'*effet total* et non pas à l'*amplitude du potentiel* comme le sont la plupart des auto-décohérents.

C'est ce dont nous nous sommes assuré en comparant les effets exercés sur un bolomètre et un détecteur thermique (alliage de Becquerel-chalcosine, ou tellure-métal) intercalés dans une même antenne réceptrice.

On constate que les déviations du galvanomètre en dérivation sur le

contact demeurent toujours exactement proportionnelles aux déviations du bolomètre.

Cette propriété des détecteurs thermo-électriques d'être sensibles à l'*effet total*, jointe à leur grande sensibilité, les rend particulièrement aptes, soit à être utilisés pour la réalisation de la syntonie, soit à se prêter aux applications à la téléphonie sans fil, les deux problèmes présentant d'étroites analogies.

M. C. CHÉNEVEAU

Docteur ès Sciences, Chef de Travaux Pratiques de Physique à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville (Paris).

EXPÉRIENCES SUR L'ARC ÉLECTRIQUE

— 4 août —

I

Parmi toutes les théories proposées pour expliquer le phénomène de l'arc électrique, l'une d'elles suppose que l'arc n'est que le résultat d'une série de décharges successives et peut devenir ainsi le siège d'oscillations. Cette discontinuité du passage du courant dans l'arc serait démontrée par les expériences de plusieurs physiciens, entre autres celles de Wiedemann et Lecher (*).

En 1898, après toute une série d'essais qui devaient aboutir à cette conclusion, qu'il est impossible de déceler une force contre-électromotrice dans l'arc $\frac{1}{1.000^e}$ de seconde après son extinction (**), j'eus l'idée d'entre-

(*) WIEDEMANN (*Electr.*, IV, 835 et 855, 1855) trouve, par exemple, qu'avec des électrodes de charbon, l'arc stable ne donne aucune discontinuité, tandis que dès que l'arc siffle on a des alternances très rapides. L'effet est plus intense avec le fer et surtout avec le platine. L'électrode négative paraît jouer un rôle prépondérant.

LECHER (*Wiener Akad.*, XCV, 492, 1887) ne trouve rien également ni pour l'arc entre pôles d'argent, ni pour celui entre pôles de cuivre et même de charbon ; il observe un effet de discontinuité pour les arcs au fer et au platine.

Il faut observer que, dans ces expériences, on introduit en général une self-induction et une capacité dans le circuit de l'arc; ces expériences sont alors assez semblables à l'expérience de l'arc chantant. Voir à ce sujet BLONDEL (*soc. fr. de Phys.*, 3e fasc., p. 464, 1905).

Il y a lieu de rapprocher de ces mémoires anciens les travaux tout récents et indépendants de MM. W.-G. CADY et H.-D. ARNOLD (*Amér. Journ. of Sc.*, XXIV, 383, 1907) et de MM. H. BUISSON et CH. FABRY (*C. R.*, CXLVI, 1143, 1908) sur l'arc au fer qui présente deux régimes. Cet arc, comme les arcs métalliques chantants, donnerait dans le 2e régime des oscillations électriques.

(**) On sait que M. BLONDEL (*C. R.*, CXXV, 164, 1897) a montré qu'il était impossible de déceler une force contre-électromotrice, $\frac{1}{600^e}$ de seconde après la rupture du courant de l'arc, par une méthode cumulative qui laissait en somme l'arc dans ses conditions normales de fonctionnement. M. MITKEWITSCH (*Journ. Soc. phys. ch. russe*, XXXIV, 225, 1902) n'a rien trouvé non plus dans l'orde du $\frac{1}{1.000^e}$

prendre quelques expériences pour vérifier l'hypothèse de la discontinuité de l'arc. Comme pour l'étincelle oscillante, on pouvait, en effet, penser que cette discontinuité du passage du courant dans l'arc serait accusée par des variations d'éclat sur les pôles ou dans la lumière propre de l'arc au voisinage de ces pôles, variations faciles à mettre en évidence par la photographie si elles existent réellement. Ce sont ces expériences, faites avec l'arc à courant continu, que je vais décrire.

II

Deux méthodes optiques différentes furent employées, l'une étant en somme l'inverse de l'autre :

1° L'image de l'arc et des pôles en charbon entre lesquels il jaillit, maintenue fixe, est projetée sur une plaque photographique qui se déplace parallèlement ou perpendiculairement à la direction de l'arc, ce qui revient à faire la cinématographie de l'arc (*).

2° L'image de l'arc et des charbons se déplace sur une plaque photographique fixe, ce déplacement étant produit par un miroir tournant (**).

III. — Première Méthode.

Une boite parallélipipédique en bois, B, bien close, porte à son intérieur deux rainures r, r, dans lesquelles peut se déplacer un châssis C qui recevra la plaque photographique p (*fig.* 1 *a*). Un des petits côtés c de la boite

de seconde. (Luggin, *Electr.*, mars 1891, avait cité une expérience dans laquelle il n'avait rien observé $\frac{1}{5.000^e}$ de seconde après la rupture de l'arc).

La méthode que j'avais employée est une méthode statique qui consistait, en principe, à couper le courant à l'aide d'un pendule dont on connaissait la hauteur de chute et à mettre, un temps déterminé après l'extinction de l'arc, en connaissant le déplacement d'un contact entraîné par le pendule, l'un des charbons, placé hors circuit, en relation avec un électroscope de Hankel étalonné. Fait curieux, en opérant, dans les mêmes conditions, avec un petit charbon sondeur placé près du pôle positif de l'arc, on obtient une charge négative d'une dizaine de volts. Il y a peut-être lieu de rapprocher ce fait de l'expérience de W. Duddell (*Proc. of Roy. Soc.*, LXVIII, 512, 1901) qui a trouvé une f. e. m. de 17 volts opposée au flux de courant direct et localisée au contact du positif et de la colonne de vapeur. Ce résultat me suggéra l'idée de rechercher s'il y avait des charges électriques dans l'arc (*Ecl. Electr.*, XX, 402, 1899). L'expérience donna un résultat positif, les vapeurs étant toujours chargées d'un signe contraire à celui du pôle qu'elles avoisinent; elle fut confirmée plus tard par M. Campbell Swinton (*Proc. Roy. Soc.*, LXXVI, 553, 1905). Ces résultats fournissaient donc une explication de l'expérience précédente en même temps qu'ils confirmaient également les expériences de MM. E. Merritt et O.-M. Stewart sur les propriétés électriques des vapeurs de l'arc (*Phys. Rev.* VII, 129, 1898). Ce n'est qu'en 1900 que M. Child a proposé une théorie de la dissociation des vapeurs émises par l'arc (*Phys. Rev.*, X, 151, 1900). Mais d'après Von Lang (*C. R. Congrès de physique*, 1900, t. III, p. 195), Schuster aurait déjà émis cette idée dès l'année 1884.

(*) Il y a lieu de rappeler ici que cette méthode photographique a déjà été employée principalement *pour l'étude de l'arc à courants alternatifs*, par MM. Street, Mynn et Nichols (*Lum. Electr.*, XLI, 81, 1891) et par M. Blondel qui a mis ainsi magistralement en évidence les propriétés de cet arc (*Lum. Electr.*, XLII, 551, 618, 1892).

M. Brown a publié également une étude photographique de l'arc alternatif (*Phys. Rev.*, VII, 210, 1898) et quelques-unes de ses photographies ont été reproduites par Child dans le mémoire ci-dessus mentionné.

M. Violle (*J. de Phys.*, II, 3e s., 545, 1893) a montré, par de belles photographies instantanées de l'arc sur plaques au repos, que l'éclat du charbon positif reste le même pour des régimes de l'arc très différents.

(**) MM. Mynn et Nichols (*loc. cit.*) citent M. Wiedemann comme ayant employé le miroir tournant pour étudier l'arc à courant continu, sans faire aucune allusion à un procédé photographique.

s'ouvre pour permettre le chargement du châssis et se referme hermétiquement. La boite porte, sur l'un de ses grands côtés, une fente longitudinale, *f*, perpendiculaire au sens de déplacement de la plaque, qui permet de faire tomber la lumière de l'arc et des charbons sur la plaque, lorsque celle-ci passe devant la fente.

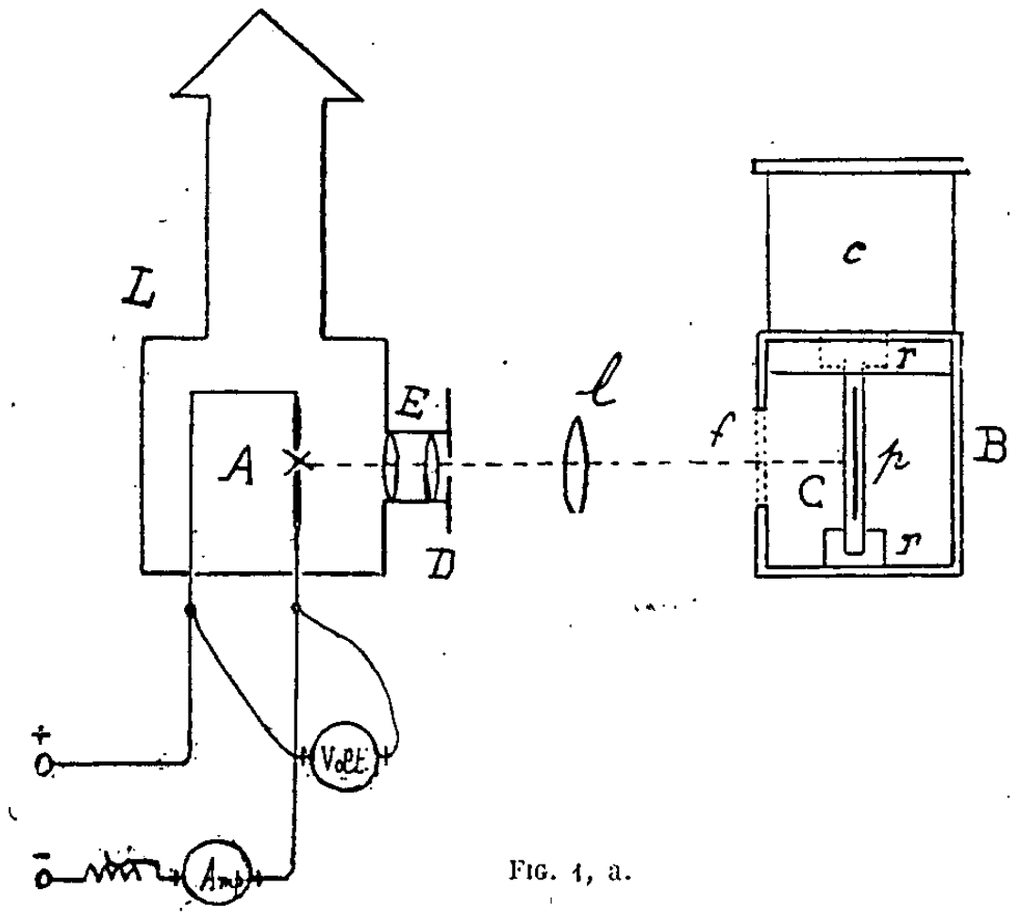


FIG. 1, a.

La plaque est tirée de l'extérieur à l'aide d'un fil *a* attaché au châssis *(fig. 1, b)*; ce fil passe par un fin trou *o*, puis sur une poulie *m*, et est, en général, attaché à un poids P. Ce poids, de forme analogue à celui de la machine de Morin, guidé comme lui, est en fer et sert d'armature à un électro-aimant que l'observateur peut désexciter à distance lorsque le régime de l'arc qu'il veut photographier lui paraît convenable. La plaque, entraînée par la chute du poids, passe devant la fente en enregistrant les diverses phases du phénomène.

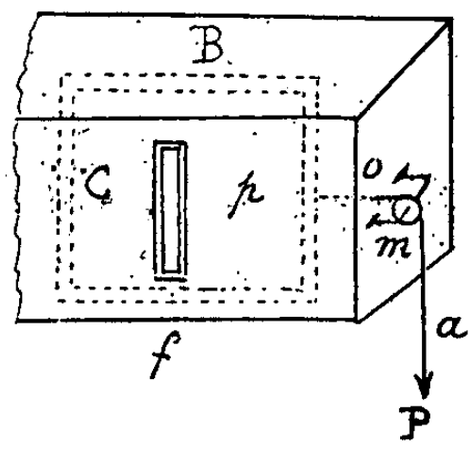


FIG. 1, b.

On opère dans une chambre noire, en évitant le plus possible la lumière diffusée par l'arc. A cet effet, l'arc A jaillit à l'intérieur d'une lanterne bien close L, munie d'un condenseur E et d'un diaphragme de surface réglable D. Les rayons émanés du condenseur sont repris par une lentille *l* qui donne de l'arc et des charbons une image dont on réglera la grandeur d'après la distance de la lentille au condenseur et de la boite photographique à la lentille. On s'arrange pour que l'image de l'arc n'excède pas

la largeur de la fente et on met au point sur une plaque de verre dépoli placée dans le châssis, derrière la fente. L'agrandissément n'a jamais été bien considérable et a varié entre 1 et 1,5.

IV. — Deuxième Méthode.

Cette méthode est la méthode du miroir tournant appliquée à l'arc électrique.

Le miroir tournant utilisé est celui de Froment et Werlein, appartenant au laboratoire de physique du Lycée Henri IV. Je suis heureux de remercier ici MM. Benoist et Onde de me l'avoir prêté, ainsi d'ailleurs que M. Décombe qui a mis à ma disposition le moteur électrique servant à l'entrainement du miroir.

Ce dernier physicien avait utilisé cet appareil pour l'étude photographique de l'étincelle, et on trouvera dans sa thèse *Résonance multiple des oscillations électriques*, *Paris*, *1898*, *p. 34*, des détails qui m'évitent d'en donner une nouvelle description.

Je rappellerai seulement, pour l'intelligence de ce qui va suivre que, par suite d'une multiplication de vitesse, quand la poulie commandant le mouvement multiplicateur fait 1 tour, la poulie du miroir fait approximativement 100 tours. Le moteur Limb, de la maison Gindre frères, d'une puissance de 440 watts (4^a — 110^v), excité en dérivation, porte une poulie en fonte qui est entourée d'un anneau de caouchouc. La poulie du système d'entrainement du miroir qui est commandée par celle-ci, porte également une bague en caoutchouc. L'entrainement se fait ainsi par friction directe sur une grande surface et est très régulier.

Pour mesurer le nombre de tours du miroir pendant une seconde, il suffit de déterminer, pendant le même temps, le nombre de tours de la poulie du moteur; comme je n'ai pas employé de très grandes vitesses de rotation du miroir, ce nombre de tours pouvait être donné par le nombre de passages d'un trait marqué sur la poulie du moteur, devant un repère tracé sur la partie fixe de l'appareil. On multipliait le résultat obtenu par 100.

L'expérience était disposée pour que le mouvement oscillatoire, dont l'arc pouvait être le siège, fut analysé par la rotation du miroir. Pour une étincelle, M. Décombe (*loc. cit.*, p. 39) a montré qu'il fallait prendre, pour cela, une vitesse angulaire du miroir assez grande; mais, comme on ne peut pas augmenter indéfiniment cette vitesse, on a intérêt à rendre très petit le rapport entre la largeur ε' de l'image de l'étincelle et la distance f du miroir à la plaque photographique. Par exemple, M. Décombe prend un rapport $\frac{\varepsilon'}{f}$ égal à $\frac{1}{2.500}$ environ (*). Dans l'ignorance où je me trouvais

(*) On est sûr ainsi que l'image de l'étincelle se déplace sur la plaque d'une quantité au moins égale à sa propre largeur pendant une demi oscillation. Les périodes étaient de l'ordre de grandeur de un millionème de seconde.

de l'existence d'un phénomène oscillatoire dans l'arc et, *a fortiori*, de la période d'oscillation, je choisis un rapport un peu plus grand. Ce choix m'était d'ailleurs imposé par la disposition de la salle d'expérience qui ne me permettait pas d'opérer autrement que l'indique la représentation schématique de la figure 2 (*a*).

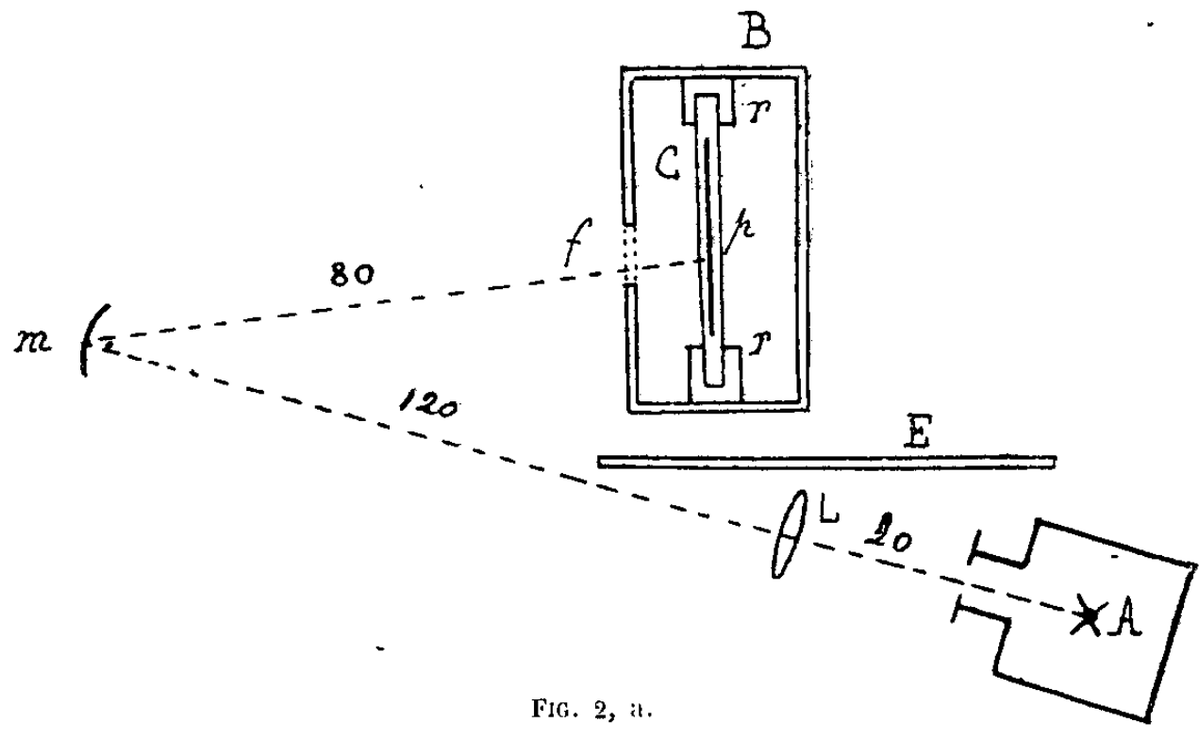


FIG. 2, a.

L'arc est placé en A dans une lanterne de projection bien close, disposée en arrière de la plaque sensible pour éviter toute action lumineuse insolite sur elle. D'ailleurs, un écran E augmentait encore la certitude de ne pas voiler le cliché.

Une lentille L, placée à 20 centimètres environ de l'arc, avait une distance focale telle que l'image de celui-ci se formait à 40 centimètres de la lentille et à 80 centimètres du miroir tournant *m*. Comme celui-ci avait une distance focale de 40 centimètres (rayons parallèles), il en résultait que l'on devait disposer la plaque photographique *p* à 80 centimètres du miroir pour que l'image de l'arc, d'une grandeur double de l'arc lui-même, fût au point sur cette plaque. D'après les dimensions données aux pointes des charbons, j'estime alors que le rapport $\frac{\varepsilon'}{f}$ varie entre $\frac{1}{800}$ et $\frac{1}{1.600}$. Il est donc aisé de voir, si l'on admet que le nombre de tours du miroir est expérimentalement de 36 par seconde, que l'on peut percevoir sur la plaque une discontinuité périodique dont la période d'oscillation varie entre $\frac{1}{100.000^{e}}$ et $\frac{1}{200.000^{e}}$ de seconde (*).

(*) Par seconde, en effet, l'image parcourt un espace de $2 \times 3{,}1416 \times 80 \times 36 = 18.093^{cm},6$. La largeur de l'image, soit 1 millimètre, soit 1/2 millimètre, est donc parcourue pendant un intervalle de temps très voisin de la moitié de ceux indiqués.

V. — Dispositions particulières.

1° *Chassis photographique.* — L'expérience se faisait dans une chambre noire, mais, pour protéger d'une manière absolue la plaque de tout voile, cette plaque se déplaçait dans une boite rectangulaire complètement close de 2 mètres de hauteur, constituée comme celle de la première méthode *(fig. 2, b)*. Seule, la fente *f* était ouverte peu avant l'expérience. Pour mieux utiliser la plaque, au lieu de la laisser immobile, on la faisait descendre avec une vitesse convenable pour avoir plusieurs tracés sur la même plaque.(*). Pour régler cette vitesse, il suffisait de charger plus ou moins un des brins du fil F qui, après avoir passé sur un système de poulies *m*, *n*, et traversé un petit trou *o* percé dans le plafond de la boite, était fixé au châssis C contenant la plaque. Le chassis glissait entre deux rainures *r*, *r*, et venait tomber dans un sac en drap noir S fermé par une coulisse et des cordonnets. Il suffisait d'ouvrir ce sac pour retirer la plaque lorsque toute lumière était supprimée dans la salle d'expériences, condition qu'on avait observée également pour charger l'appareil.

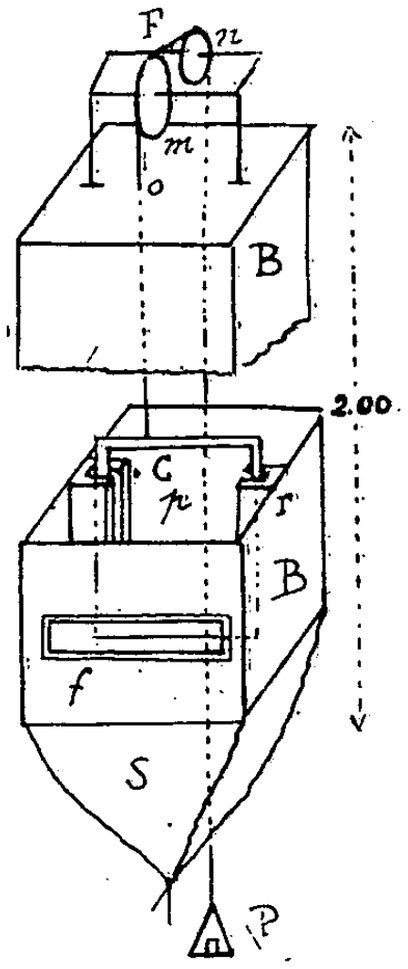


Fig. 2, b.

2° *Arc.* — A chaque expérience, les charbons, montés dans un régulateur à main, avaient leurs extrémités taillées en pointe fine à la façon d'un crayon (1/4 de millimètre environ, 1/2 millimètre au plus). Ce travail assez pénible se faisait à l'aide de limes et de papier émeri de plus en plus fin. C'est cependant en opérant ainsi qu'on pouvait avoir des images bien définies, assez petites et comparables.

Une difficulté se présentait malgré tout. L'arc étant convenablement disposé, par une mise au point préalable, il paraissait très difficile de l'allumer en rapprochant les charbons, car le réglage initial pouvait alors devenir illusoire et l'expérience perdre toute signification. J'ai alors produit l'allumage sans toucher aux charbons en faisant éclater entre eux une étincelle au moment convenable. (*Daniell*, Bouty, cours de Physique, IV, 2, 124, 1889.) Je dirai un mot de ce mode d'allumage.

3° *Allumage de l'arc par l'étincelle.* — On peut, en réalité, employer divers dispositifs pour produire l'allumage de l'arc par l'étincelle.

a) On peut considérer l'arc comme un excitateur à travers lequel on fait passer la décharge d'une batterie de condensateurs.

(*) La vitesse de chute de cette plaque variait entre 18 et 30 centimètres par seconde.

b) On peut utiliser le montage suivant, très commode :

Une machine de Wimshurst, du modèle courant, est disposée avec ses deux condensateurs en cascade (on a retiré la tige qui réunit les armatures externes). Par construction, les armatures internes sont reliées aux peignes et à l'excitateur ; les armatures externes sont alors reliées aux bornes de l'arc entre lesquelles on applique également la tension nécessaire à son fonctionnement. Quand on fait tourner la machine, pour une certaine différence de potentiel, une étincelle éclate à l'excitateur (on peut la provoquer en rapprochant vivement les deux tiges de l'excitateur) puis une dans l'arc et, si les distances d'éclatement sont convenablement réglées, l'énergie de la décharge dans l'arc est suffisante pour produire une quantité de chaleur capable de faire naitre l'arc (*).

c) Enfin on peut allumer l'arc par résonance. L'expérience la plus curieuse à ce sujet est la suivante :

L'oscillateur est constitué par la machine de Wimshurst à laquelle on ajoute deux batteries de condensateurs de 0,027 microfarad environ. La distance explosive est de $2^{cm},1$. Le résonateur est constitué par l'arc aux bornes duquel est appliquée une f. e. m. de 54 volts, les deux pôles étant distants de $0^{mm},05$ et reliés à deux plaques métalliques de 16 décimètres carrés environ de surface, isolées, analogues à celles qu'on utilise dans les expériences de Hertz.

Avec ces seules capacités l'allumage se produit d'une façon certaine; mais vient-on à changer la capacité du résonateur, on a les résultats suivants :

Capacités.	Observations.
1 plaque	L'étincelle passe dans l'arc: Non allumage de l'arc.
2 plaques	— — *Allumage* —
2 plaques plus 2 condensateurs de $0^{mfd},003$. . . .	— — Non allumage —
2 plaques plus 4 condensateurs de $0^{mfd},003$. . . .	— — — —
2 plaques	— — *Allumage* —

Toutes ces expériences furent faites avec des charbons sans mèche de 7 à 8 millimètres de diamètre, très bien taillés en pointe.

VI. — Conditions d'obtention des Clichés.

Avant de donner les résultats de cette étude et de les discuter, je vais résumer et préciser autant que possible les conditions dans lesquelles j'ai obtenu les épreuves photographiques.

(*) J'ai essayé le chauffage artificiel des charbons par un chalumeau oxhydrique sans amorcer l'arc. Peut-être, n'ai-je pas atteint une température suffisamment élevée.

	NUMÉRO du CLICHÉ	SOURCE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE	NATURE du SUPPORT DE L'ARC	NATURE de L'ARC	ÉLÉMENTS DE FONCTIONNEMENT de l'arc		SENS DES CHARBONS sur le support	NATURE DES CHARBONS		DIAMÈTRE des CHARBONS		DIAPHRAGME A LA LANTERNE	SENS du déplacement de la plaque par rapport à l'arc	VITESSE MOYENNE de déplacement de la plaque et limites de vitesse
					e aux bornes	I		+	—	+	—			
										millim.	millim.	millim.		cm./sec.
Première méthode.	1. . . .	Accumulateurs f. e m. 66-70^{v}	Régulateur Foucault.	Stable.	41^{v}	9^{A}	(−) en haut.	Sans âme.	Sans âme.	7	8	2,6	‖ arc.	200
	2. . . .	—	— —	—	45	5-6	(+) en haut et à droite.	Avec âme.	Avec âme.	11	11	—	—	—
	3. . . .	—	— —	Sifflant.	26-30	15	—	—	—	—	—	—	—	—
	4. . . .	—	— —	—	32	13	(+) en bas.	Sans âme.	Sans âme.	7	8	—	—	150
	5. . . .	—	Régulateur à main.	—	30	11	(−) en bas.	—	—	—	—	7	—	—
	6. . . .	—	— —	Flambant.	45-46	5	(+) en haut.	—	Avec âme.	8	7	—	—	—
	7. . . .	Dynamo { 65^{v} 34^{A}	Régulateur Cance.	Stable.	41	9	—	—	Sans âme.	10	10	2,6	‖ arc.	300
	8. . . .	—	— —	Sifflant.	34	10	—	—	—	—	—	—	—	—
	9. . . .	—	Régulateur à main.	—	30	10	—	—	—	8	7	7	‖ arc.	490 { 470 510
	10. . . .	Accumulateurs.	Régulateur Foucault.	—	33	14	(+) en bas.	—	—	7	8	2,6	—	200
	11. . . .	—	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400
	12. . . .	—	Régulateur à main.	—	30	10,5	—	—	Avec âme.	8	7	7	—	150
	13. . . .	—	— —	—	28,5	10,6	—	—	—	—	—	—	—	480 { 460 500
	14 (1) . .	Dynamo.	— —	—	26	15	(+) en haut.	—	Sans âme.	8	8	—	—	445 { 430 460
	15. . . .	—	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	480 { 460 500
	16 (2) . .	—	Régulateur à main.	—	—	—	(+) en haut.	Sans âme.	Sans âme.	—	—	—	—	—
														Vitesse de l'image. — cm./sec.
Deuxième méthode.	17 (3) . .	Accumulateurs.	— —	Stable.	55	8-9	—	—	—	7 à 8	7 à 8	—	—	50.000
	18. . . .	—	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19. . . .	—	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20. . . .	—	— —	Sifflant.	26-30	15	—	—	—	—	—	—	—	—
	21. . . .	—	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(1) Self-induction dans le circuit de l'arc.
(2) Capacité aux bornes de l'arc.
(3) L'indication stable ou sifflant est celle du réglage ; pendant l'expérience l'arc stable peut siffler ou inversement.

VII. — Exposé et discussion des résultats.

Il est facile de voir, d'après l'aspect des clichés 1 et 2 *(fig. 4)* qui se rapportent à des *arcs stables*, qu'il n'y a aucune apparence de discontinuité dans de tels arcs.

Pour les *arcs sifflants*, il n'en est pas de même et nous allons résumer les résultats principaux qu'on peut déduire de l'étude des clichés qui s'y rapportent; car, nous ne pouvons pas donner tous les clichés parce que certains d'entre eux ne présentent pas assez d'intérêt à cause de leur similitude avec d'autres ou pas assez de netteté pour permettre une bonne reproduction.



Fig. 3.

Les discontinuités qui apparaissent dans les photographies sont dues à des déplacements ou à des mouvements tourbillonnaires de l'arc. Ce fait n'est pas douteux si on regarde le cliché 8 tiré parallèlement à la direction de l'arc, et si on le compare au cliché 7 qui se rapporte à l'arc stable *(fig. 3)*. Si l'on suppose que le mouvement de déplacement des taches lumineuses qui paraissent former les bases de l'arc sur les charbons (ici c'est la tache positive qui a impressionné la plaque) est périodique, la fréquence de ce mouvement, calculée d'après la vitesse connue de chute de la plaque, serait de 200 par seconde. Mais ce déplacement ou ce mouvement tourbillonnaire prend des aspects très variés que montrent toutes les photographies de l'arc tirées perpendiculairement à sa direction.

Comme l'a déjà signalé M^me^ Ayrton (*Écl. Électr.*, 388, 1899) et observé M. Trotter (*Proc. Roy. Soc.*, LVI, 262, 1894) par un procédé stroboscopique, il apparait à la surface du cratère des cercles d'éclats différents semblables à de petits tourbillons.

Ces différences d'éclat donnent au cliché 3 *(fig. 4)*, très généralement

obtenu, son aspect caractéristique ; elles apparaissent comme particulièrement nettes dans les clichés 14 et 16, bien qu'ils se rapportent à des cas particuliers. Les cercles diversement éclairés ne sont que partiellement visibles à cause de la forme du cratère, en général conique, dont on n'aperçoit qu'une partie plus ou moins masquée par le charbon négatif et parfois par le charbon positif lui-même, s'il se taille mal.

L'image apparaît alors comme formée par une succession de surfaces elliptiques, plus ou moins réduites ou plus ou moins déformées ; ces surfaces ne sont éclairées qu'alternativement par suite du mouvement de rotation signalé.

Quelquefois, comme dans le cliché 13 *(fig. 4)*, la pointe négative (charbon à âme) impressionne la plaque en même temps que les bords du cratère et l'image prend une apparence qui fait immédiatement penser à la courbe d'enregistrement d'un mouvement vibratoire.

M. Trotter a estimé entre 50 et 450 tours par seconde la vitesse de rotation du mouvement tourbillonnaire, cette vitesse augmentant avec l'intensité du courant. L'observation de M. Trotter n'est juste que dans le cas où l'on opère sur un même arc. Par exemple, sur mes clichés, un arc sifflant pour 10 ampères présentait un mouvement tourbillonnaire de fréquence 500 tours par seconde ; poussé à 15 ampères, il indiquait environ 1000 tours par seconde.

Pour des arcs sifflants différents, il ne paraît pas y avoir de relation simple entre cette vitesse et l'augmentation d'intensité du courant. Par exemple, on peut déduire du tableau général précédent les résultats suivants :

Numéros des clichés.	Vitesse moyenne. — Tours par secondes.	Intensité. — Ampères.
3	200	15
9	500	10
13	800	10,6
14	1.200	15

Il y a lieu, en effet, de tenir compte de la forme et de la disposition des charbons ; par exemple, pour une même longueur de l'arc sifflant, qui est toujours très petite, on aura, à mon avis, des résultats très différents si le pôle négatif est recouvert ou non d'un champignon (*).

La vitesse du mouvement tourbillonnaire que j'ai trouvée dans la majorité des cas est voisine de 500 tours par seconde ; mais on voit par le tableau ci-dessus, qu'elle peut dépasser ce nombre (**).

(*) On sait que le négatif d'un arc sifflant, pointu au début se transforme ensuite à l'extrémité, et la surface et la forme de cette masse additionnelle sont celles du cratère ; quelquefois même cette surface déborde celle du cratère.

(**) Cette vitesse a été calculée d'après celle de la plaque à la fin de sa course, le mouvement étant plus régulier dans cette région.

L'arc extrêmement sifflant dont la lumière est bleue, ou même quelquefois verte, paraît parfois beaucoup plus fixe qu'un arc sifflant de moindre

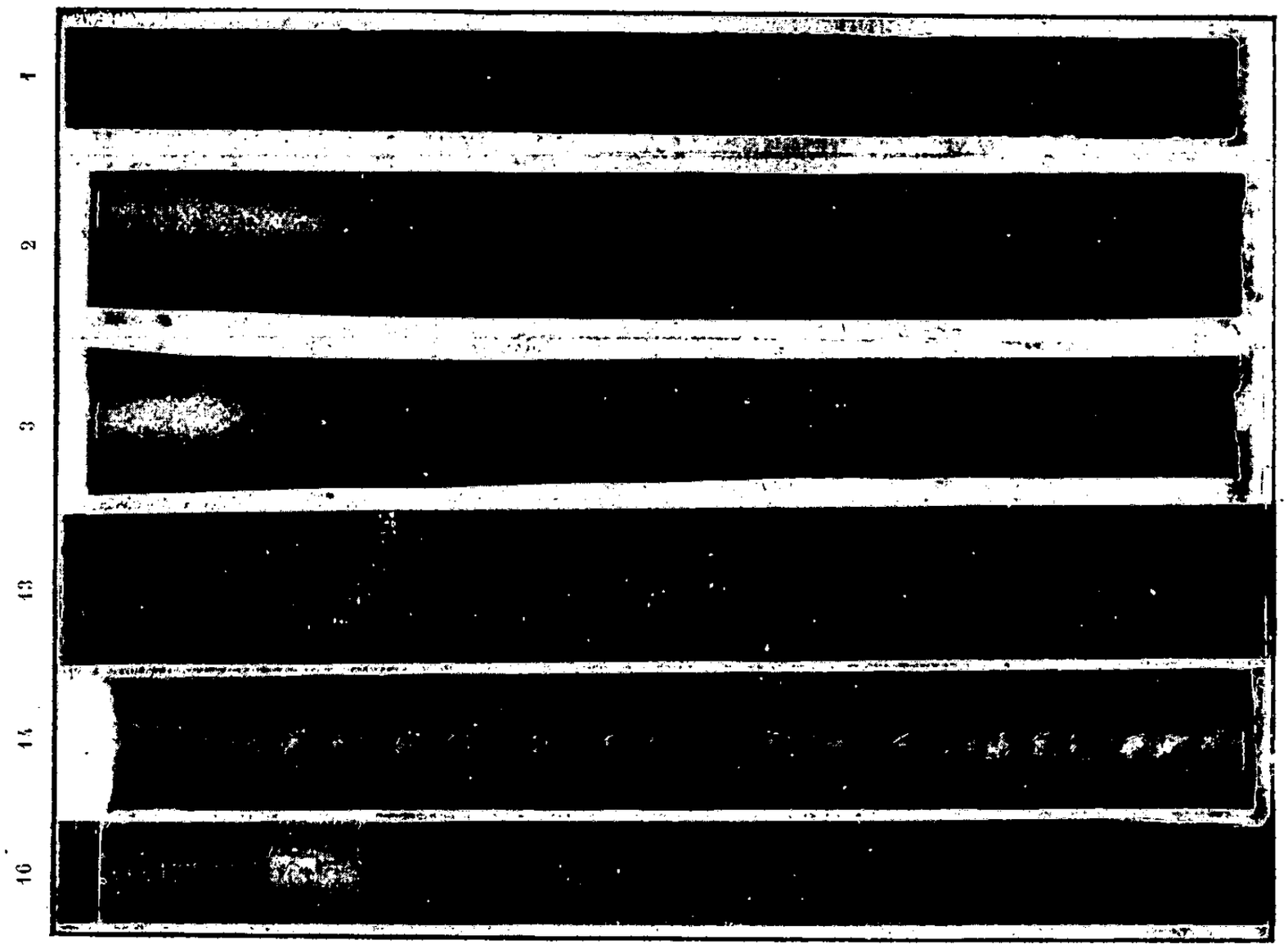


FIG. 4.

intensité ; cependant un grand nombre de flammèches se trouvent strier la photographie aussi bien du côté du positif que du côté du négatif. Leur nombre serait à peu près 3.000 par seconde.

Ce qui est également remarquable c'est que dans certains clichés (par exemple le cliché 11 qui ne donnerait malheureusement rien à la reproduction), on remarque à côté de l'aspect de la figure 3 des stries très fines et très régulières qui coupent l'image photographique. D'après l'aspect du cliché, il y aurait environ 3.000 stries à la partie inférieure de la bande blanche correspondant au pôle positif et à peu près quatre fois moins à la partie supérieure, séparée de la précédente par un mince filet noir horizontal, qui doit correspondre au pôle négatif.

Je n'ai pas pu reproduire d'autres fois un pareil cliché et je ne sais s'il faut rattacher la naissance de ces stries au cas précédent ; je n'ai pas trouvé d'explication satisfaisante de leur formation.

A côté de ces cas particuliers, il faut en signaler deux autres qui sont assez caractéristiques. L'un est représenté par le cliché 14 *(fig. 4)* obtenu

en mettant dans le circuit de l'arc une self-induction (gros électro-aimant Faraday-Carpentier avec fer dans les bobines); l'autre, que montre le cliché 16 (*fig. 4*), se rapporte à un arc entre les bornes duquel on a mis une capacité de deux microfarads. Les photographies ont un aspect assez différent de celles d'arcs sifflants ordinaires. Dans le cliché 16 les bandes qui succèdent aux plages éclairées se présentent comme se présenteraient des interruptions de l'arc; cependant les mouvements de l'arc expliquent également cette apparence et bien qu'un plus grand nombre de clichés soit nécessaire pour conclure en faveur de l'une ou l'autre hypothèse, je crois la dernière plus exacte. Ce que l'on peut dire avec certitude c'est que la succession des zones éclairées est bien plus régulière et d'ailleurs leur nombre, qui permet d'avoir la vitesse du mouvement tourbillonnaire, semble plus grand que le nombre moyen observé 500; cliché 14 (1.200), cliché 16 (700); par conséquent la self-induction et la capacité paraissent changer le caractère de l'arc sifflant.

L'arc flambant présente nettement un mouvement rotationnel qui est bien connu et observable directement.

Des photographies ne contenant que l'image de l'arc, isolée à l'aide d'un diaphragme et au besoin agrandie, n'ont rien donné de particulier.

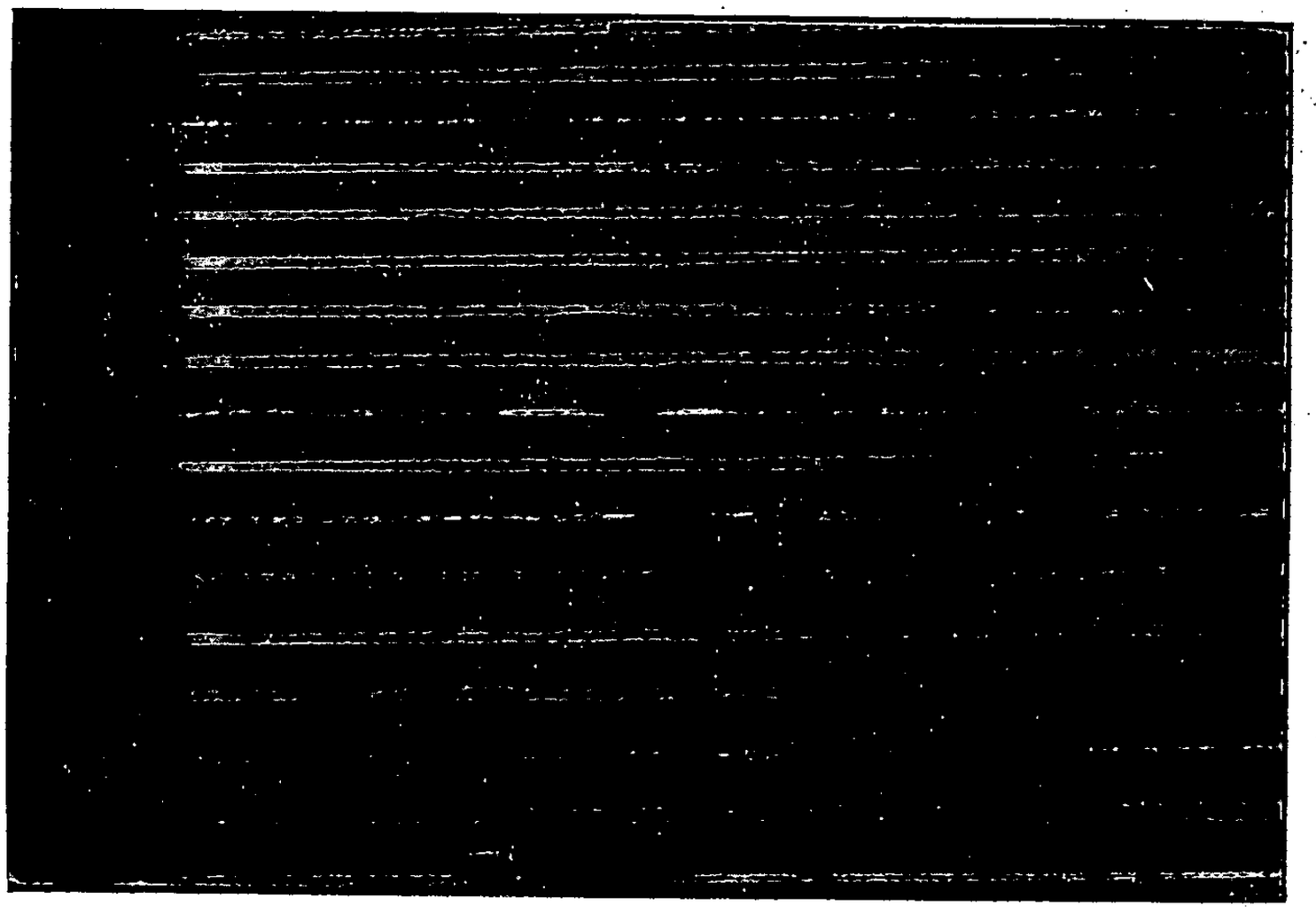


FIG. 5.

Dans la méthode du miroir tournant on ne pouvait guère compter sur une mise au point suffisante dans toute l'étendue de la plaque; en admet-

tant une tolérance de mise au point de $0^{mm},2$, on pouvait compter au moins sur une longueur de grande netteté d'au moins 5 centimètres. Il est évident que ce défaut pourrait être éliminé aujourd'hui par l'emploi de plaques convenablement courbées ou de pellicules; il ne pouvait pas masquer les discontinuités si elles existaient réellement, la netteté étant très grande au début de l'image et le grand nombre de poses sur une même plaque compensant le manque de netteté à la fin.

Les clichés se rapportant aux arcs stables n'indiquent, dans ceux-ci, aucune discontinuité.

Il en est de même pour les arcs sifflants, à cette différence près toutefois que le trait lumineux est plus large et n'est pas unique; il est séparé par un fin trait noir en deux bandes inégales nullement striées qui représentent les traces successives des images du charbon positif et du pôle négatif (voir les traits marqués *a* sur la photographie 20 *(fig. 5)* qui donne également en *b* le résultat obtenu avec un arc stable). Ce résultat photographique indique que la mise au point était suffisante.

VIII. — Conclusions.

L'étude photographique instantanée de l'arc, à courant continu entre charbons, permet de dire:

1° Que l'arc stable ne présente aucune discontinuité :

2° Que l'arc sifflant montre d'apparentes discontinuités dues à des déplacements de l'arc ou à des sortes de mouvements tourbillonnaires qui se traduisent par des différences d'éclat périodiques, principalement sur le cratère. Ces tourbillons ont des mouvements de déplacement ou de rotation dont la vitesse peut varier de 100 à 1.200 tours par seconde. L'image des charbons est parfois striée régulièrement et le nombre de ces stries peut atteindre 3.000 par seconde environ sur l'image du positif.

Bien que l'influence d'une self-induction ou d'une capacité paraissent régulariser l'aspect de ces phénomènes, on ne peut pas dire que ceux-ci soient comparables aux discontinuités d'une étincelle oscillante où à celles moins rapides d'un arc à courant alternatif, puisque l'arc sifflant ne paraît pas s'éteindre, même un court instant.

D'ailleurs ni l'arc stable, ni l'arc sifflant n'ont montré des discontinuités plus rapides. De l'application de la méthode du miroir tournant, on peut conclure que la photographie n'indique, pour un arc stable ou sifflant à courant continu, produit entre électrodes de charbon, aucune trace d'un phénomène oscillatoire, analogue à une décharge, dont la période d'oscillation varierait entre $\frac{1}{100000^{me}}$ et $\frac{1}{200000^{me}}$ de seconde.

On sait aujourd'hui que l'arc stable jaillissant entre charbons ou entre un charbon et un métal dans une atmosphère d'hydrogène ou de gaz

d'éclairage plus ou moins raréfiée peut, suivant les cas, être *chantant* ou *jouer le rôle d'un oscillateur*, c'est-à-dire présenter le caractère oscillatoire. Mais il faut pour cela que le circuit de l'arc présente une certaine self-induction et une certaine capacité : cette seule considération, suffit à montrer que ces résultats si importants ne sont pas en désaccord avec les miens, puisqu'un arc ne présentant pas ces conditions électriques spéciales ne parait pas osciller.

Je crois qu'il est possible de tirer des méthodes optiques précédentes un profit assez considérable pour l'étude des arcs chantants ou oscillants ; c'est le point sur lequel je voulais appeler l'attention des chercheurs en terminant ce Mémoire dont la publication est due à la libéralité de l'Association française pour l'Avancement des Sciences à laquelle j'adresse mes plus vifs remerciements.

M. Henri CHRÉTIEN

Chef du Service Astrophysique de l'Observatoire (Nice).

UN NOUVEAU MODÈLE DE SPECTROHÉLIOGRAPHE

— 4 août —

Le *spectrohéliographe* est un instrument de l'astronomie moderne destiné à l'obtention de photographies solaires en n'utilisant pour celles-ci que les radiations ayant une longueur d'onde bien déterminée. La dépendance précise, révélée par l'analyse spectrale, qui existe entre la constitution chimique des sources lumineuses et la nature des radiations qu'elles émettent, explique tout l'intérêt que peuvent présenter de telles photographies.

Deux grands noms sont étroitement attachés à la découverte du spectrohéliographe : en Amérique, M. G. Hale ; en France, M. H. Deslandres.

Je décrirai tout d'abord brièvement le principe de l'appareil.

Considérons deux lunettes astronomiques, que nous supposerons de mêmes dimensions, et dirigées l'une vers l'autre, de manière que leurs axes optiques coïncident : leurs plans focaux sont conjugués, c'est-à-dire que tout objet placé au foyer de l'une d'elles donne une image précisément située au foyer de l'autre, et cette image est de la même grandeur que l'objet.

Interposons maintenant un prisme entre les deux objectifs ; les rayons qui, émanant de l'objet, auront traversé le premier de ces objectifs (que l'on appelle *collimateur*), seront déviés de leurs directions primitives. Pour les recueillir et reconstituer l'image dans le plan focal du deuxième objectif, dans la même position relative par rapport à cet objectif que précé-

demment, nous devons faire tourner l'axe de la seconde lunette dans un plan perpendiculaire à l'arête du prisme et d'un angle égal à la déviation produite par ce prisme sur les rayons incidents.

Mais on sait, depuis Newton, que cette déviation, qui dépend de la matière, du prisme et de l'angle de ses faces, dépend aussi de la coloration du rayon lumineux, de telle sorte qu'elle est plus forte pour les rayons bleus, par exemple que pour les rayons rouges. Si donc, la lumière qui émane de l'objet n'est pas *homogène* ou *monochromatique*, le système optique précédemment décrit en fournira plusieurs images, une pour chaque couleur, les images rouges étant plus voisines de l'image initiale obtenue sans prisme que les bleues, et les points correspondants de toutes ces images seront *dispersées* dans un plan perpendiculaire à l'arête du prisme. Si la distance qui sépare deux images d'un même point de l'objet fournies par deux radiations monochromatiques de couleurs différentes, est inférieure à la *largeur* de chaque image, évaluée dans le sens de la dispersion, ces images se superposeront partiellement. C'est ce qui aura lieu, en particulier, et au plus haut dègré possible, si la lumière incidente est formée d'un *continuum* de radiations, c'est-à-dire constituée par une infinité de radiations dont les longueurs d'ondes forment un ensemble continu, car deux radiations infiniment peu différentes fourniront, par continuité, des images infiniment voisines.

D'où l'utilité, si l'on veut étudier la distribution des radiations émises par une source, de réduire sa largeur au minimum. Pratiquement, on emploie une *fente*, aussi fine que possible, ménagée entre deux biseaux métalliques que l'on peut rapprocher au moyen de vis micrométriques. La fente se place parallèlement à l'arête du prisme, et l'on projette sur elle la lumière à étudier. L'appareil ainsi construit est un *spectroscope.*

Tout système optique qui, dans une direction donnée, n'agit pas de la même façon sur l'intensité des radiations de différentes couleurs, peut, d'une manière plus ou moins heureuse, être substitué au prisme du spectroscope précédent. C'est ce qui a lieu, en particulier, dans les spectroscopes de diffraction où le prisme est remplacé par un *réseau*, constitué par un miroir plan dont on a altéré la surface d'une manière aussi rigoureusement périodique que possible, en y gravant à l'aide d'un diamant des traits rectilignes et équidistants.

Le spectrohéliographe est dérivé du spectroscope :

Dans le plan focal du second objectif, là où se forme le *spectre*, c'est-à-dire l'ensemble des images monochromatiques de la fente, on place une *seconde fente*, parallèlement à la première, et qui permet d'isoler ainsi une de ces images monochromatiques. Une plaque photographique placée tout contre la deuxième fente enregistre cette image.

Il suffit, dès lors, de faire passer sur la première fente l'image du disque

solaire et de déplacer. en même temps et avec la même vitesse, la plaque photographique, pour reconstituer sur celle-ci une image solaire fournie par une lumière homogène de longueur d'onde choisie.

On trouvera la description détaillée des spectrohéliographes existants, dans les publications spéciales des observatoires et dans l'*Astrophysical Journal* (anciennement *Astronomy and Astrophysics)* et le *Bulletin Astronomique* publié par l'Observatoire de Paris.

Dans le modèle de spectrohéliographe que je me propose d'étudier ici, je me suis attaché à réduire au minimum la masse de la partie mobile en substituant au mouvement général de translation de tout l'ensemble qui est généralement employé dans les appareils usités actuellement, un mouvement de rotation de deux miroirs autour d'un axe commun, le premier faisant passer le disque solaire sur la fente du spectrographe, pendant que l'autre promène sur la plaque photographique l'image monochromatique de la région du disque découpée par la fente.

En dehors du dispositif qui envoie la lumière du soleil dans une direction fixe du laboratoire, sidérostat ou cœlostat, l'appareil comprend donc les organes essentiels suivants, énumérés dans l'ordre dans lequel on les rencontre en suivant la marche des rayons lumineux :

1° Un objectif O, que j'appellerai *objectif principal*, de grand diamètre et de grande longueur focale, dont le rôle est de former en son foyer l'image solaire qu'il s'agit d'analyser;

2° Un miroir M, dit *premier miroir tournant*, mobile autour d'un axe de rotation vertical. Ce miroir, qui est interposé entre l'objectif principal et son foyer, envoie l'image solaire se former dans une direction quelconque et permet de la déplacer d'un mouvement uniforme de rotation autour de l'axe;

3° Une *première fente*, F, reçoit cette image et y découpe un élément de surface filiforme;

4° Un *collimateur* C, dont l'axe optique passe par le milieu de la fente F, est destiné à rendre parallèles les rayons lumineux issus d'un même point de la fente;

5° Un *réseau de diffraction* R, reçoit ces rayons et les disperse dans des directions différentes, selon leur longueur d'ondes. Ce réseau est orienté de telle manière, que la lumière de la radiation choisie, soit renvoyée dans le plan vertical passant par l'axe optique du collimateur ;

6° Ils sont alors reçus par un *objectif de chambre* C′, lequel les réunit sous forme de spectre situé dans son plan focal;

7° Une *deuxième fente*, F′, placée dans ce plan focal ne laisse passer que la lumière de longueur d'onde choisie et obture toutes les autres radiations;

8° Cette lumière rencontre ensuite un *deuxième miroir tournant*, M′, mobile autour du même axe de rotation que le premier M; un déplacement angulaire de l'image solaire sur la première fente entraine donc un déplacement angulaire égal de la deuxième fente observée dans la second miroir;

9° Un *amplificateur*, O′, reçoit la lumière monochromatique et donne une image amplifiée à volonté de la deuxième fente;

10° Une *plaque photographique*, P, placée dans le plan focal conjugué de la

deuxième fente par rapport à l'amplificateur, enregistre les différentes sections successives du soleil et reconstitue l'image du disque.

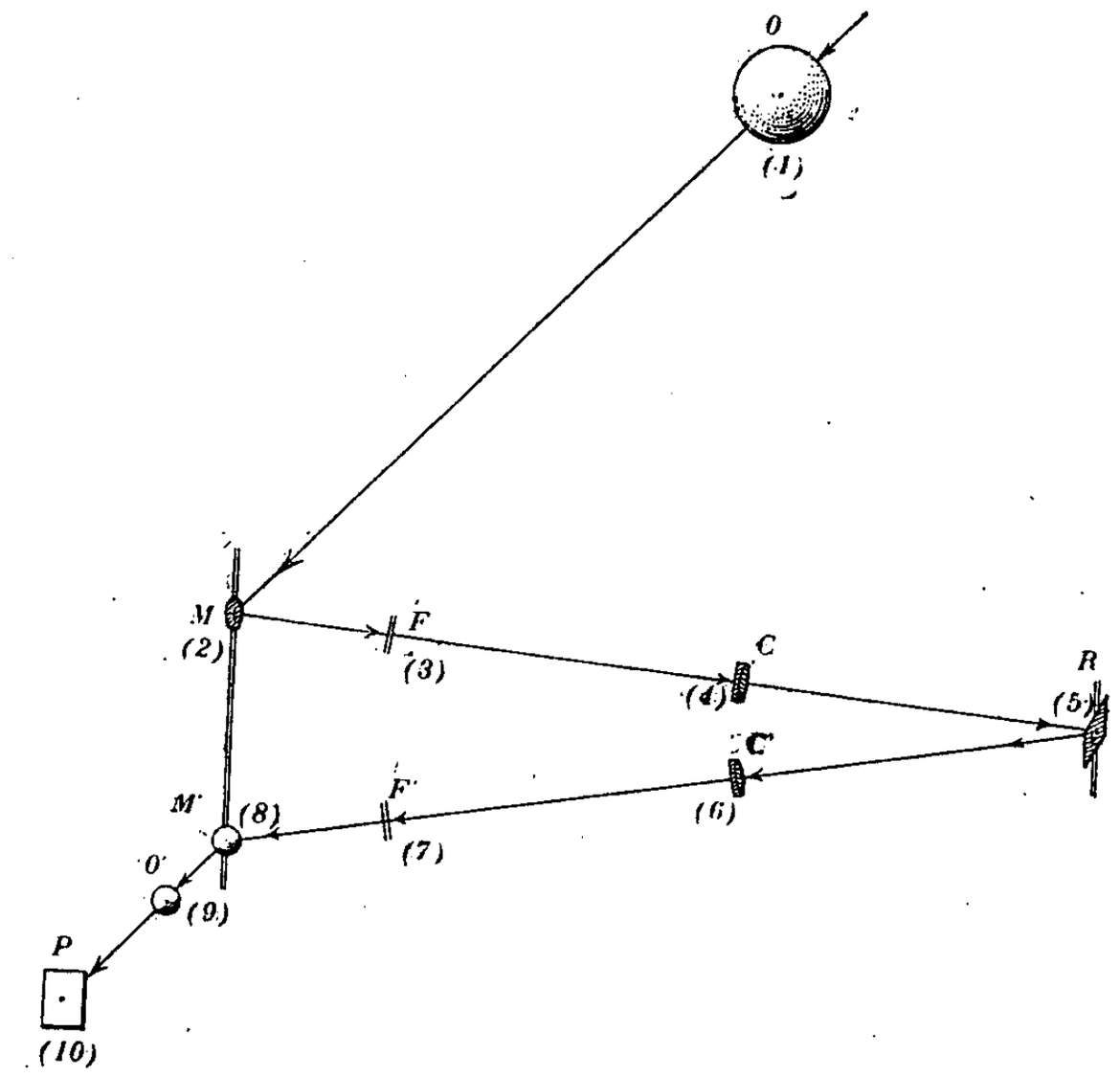


FIG. 1.

Théorie de l'appareil. — Cette théorie a pour but de fixer les dimensions des différentes pièces et l'emplacement qu'il convient de leur donner. Il est bon d'examiner tout d'abord le fonctionnement du spectroscope constitué par le réseau R, les objectifs C et C′ et la fente F.

Soient ON la normale au réseau, supposée dirigée selon ox, et oz l'orientation des stries. Si l'on désigne par α, β, γ, les angles du rayon incident SO avec les axes et par α', β', γ', ceux du rayon diffracté OS′; par λ la longueur d'onde de la lumière, par n l'ordre de la diffraction et par ε l'équidistance des traits du réseau, on a les relations fondamentales suivantes :

$$(1)\qquad \begin{cases} \cos\alpha' = \sqrt{\cos^2\alpha + \dfrac{2n}{\varepsilon}\lambda\cos\beta - \dfrac{n^2\lambda^2}{\varepsilon^2}}\,; \\ \cos\beta' = \dfrac{n\lambda}{\varepsilon} - \cos\beta\,; \\ \cos\gamma' = -\cos\gamma. \end{cases}$$

Introduisons les coordonnées sphériques du rayon incident et du rayon

diffracté. Si l'on désigne par i et i' leurs azimuts respectifs et par ζ et ζ'

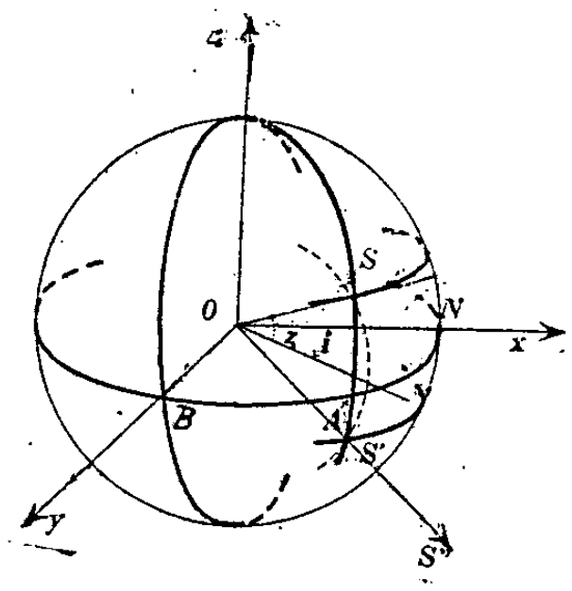


FIG. 2.

leurs hauteurs au-dessus du plan xoy, on aura :

$$\begin{cases} \cos\alpha = \cos\zeta\cos i; \\ \cos\beta = \cos\zeta\sin i; \\ \cos\gamma = \sin\zeta. \end{cases} \qquad \begin{cases} \cos\alpha' = \cos\zeta'\cos i'; \\ \cos\beta' = \cos\zeta'\sin i'; \\ \cos\gamma' = \sin\zeta'. \end{cases}$$

Les équations fondamentales deviendront alors simplement :

$$(2) \qquad \begin{cases} \sin i' = \dfrac{n\lambda}{e}\dfrac{1}{\cos\zeta} - \sin i, \\ \zeta' = -\zeta. \end{cases}$$

D'après la configuration de l'appareil, la lumière qui arrive dans la direction de l'axe optique du collimateur OS_o (i_o, ζ_o), doit être diffractée en longueur d'ondes λ dans la direction même de l'axe optique de la lunette OS'_o (i'_o, ζ'_o), on doit avoir :

$$i'_o = i_o,$$
$$\zeta'_o = -\zeta_o.$$

La première égalité n'est vérifiée que si l'on prend

$$(3) \qquad \sin i_o = \frac{n\lambda}{2e\cos\zeta_o}.$$

On aura alors :

$$(4) \qquad \sin i' = 2\sin i_o\frac{\cos\zeta_o}{\cos\zeta} - \sin i.$$

La seconde des équations (2) indique que les deux rayons, incident et diffracté, seront également inclinés sur le plan xoy.

Ces équations montrent que si la source lumineuse se déplace de manière que i reste constant, c'est-à-dire selon un méridien, l'image diffractée de cette source ne se déplace pas suivant un méridien, puisque son

azimut i' dépend de la hauteur ζ de la source, tandis que si la source se déplace selon un parallèle ($\zeta = \text{const}^{te}$), il en sera de même de son image. Si l'on veut avoir toujours $i' = i$, il faut fixer entre i et ζ la relation

$$\sin i \cos \zeta = \sin i_o \cos \zeta_o = \frac{n\lambda}{2e}. \tag{5}$$

Or

$$\sin i \cos \zeta = \cos \text{BS},$$

d'où il suit que la direction de la source doit se déplacer selon un cône ayant son axe OB perpendiculaire à la fois aux stries du réseau et à sa normale. Il est facile de se convaincre que c'est la forme qu'il convient d'assigner au déplacement de la source pour que son image lui reste semblable.

Cette propriété est commune à tous les spectroscopes à réseaux plans, quelle que soit, d'ailleurs, leur disposition. Elle correspond de tous points à la même propriété présentée par les prismes à un degré considérablement plus prononcé. Dans ces derniers, tout se passe comme si l'angle réfringent augmentait avec l'inclinaison du rayon sur l'arête ; dans le cas du réseau, c'est l'intervalle des stries qui diminue ; dans les deux cas, l'effet résultant est d'augmenter la déviation ; les raies spectrales sont donc courbes et tournent leur concavité du coté le plus dévié, c'est-à-dire du côté du violet pour les prismes, et du côte du rouge pour les réseaux,

Si nous cherchons, maintenant, l'intersection du cône ayant OS pour génératrice avec le plan tangent à la sphère en S_o, l'équation de cette intersection, rapportée à son axe et à sa tangente au sommet, est

$$y^2 = 2x \sqrt{\frac{4\varepsilon^2}{n^2\lambda^2} - 1} - x^2 \left(2 - \frac{4\varepsilon^2}{n^2\lambda^2}\right). \tag{6}$$

Le rayon de courbure au sommet, égal au paramètre de la conique sera

$$\rho = \sqrt{\frac{4\varepsilon^2}{n^2\lambda^2} - 1}\text{ta} = \text{ng BS}. \tag{7}$$

La flèche de la courbe, pour une fente de longueur l, sera

$$\varphi = \frac{l^2}{8\rho}; \tag{8}$$

l'inclinaison μ de la tangente au sommet sur le plan $S_oOS'_o$ sera donnée par la formule

$$\sin \mu = \frac{\text{tang } \zeta_o}{\text{tang BS}_o}. \tag{9}$$

J'ai calculé les trois quantités i_o, ρ, φ, pour un réseau de modèle courant, portant 568 traits au millimètre et employé avec un collimateur de

1 mètre de foyer; ρ est exprimé en mètres ; φ, en microns, pour $l = 6$ centimètres.

n		RADIATIONS K	G′	F	D	C
1er	i_o	6° 26′	7° 7′	7° 59′	9° 40′	18° 47′
	ρ	8m,83	8m,02	7m,15	5m,87	5m,26
	φ	51μ	56μ	63μ	72μ	86μ
2e	i_o	12° 57′	14° 19′	16° 45′	19° 37′	21° 58′
	ρ	4m,35	3m,92	3m,47	2m,81	2m,48
	φ	104μ	115μ	130μ	160μ	182μ
3e	i_o	19° 39′	21° 47′	24° 33′	30° 15′	34° 7′
	ρ	2m,80	2m,50	2m,19	1m,72	1m,48
	φ	161μ	180μ	206μ	262μ	304μ
4e	i_o	26° 38′	29° 39′	33° 39′	42° 11′	48° 24′
	ρ	1m,99	1m,76	1m,50	1m,10	0m,89
	φ	226μ	256μ	300μ	409μ	506μ

Dimensions et emplacement des pièces d'optique. — On peut considérer

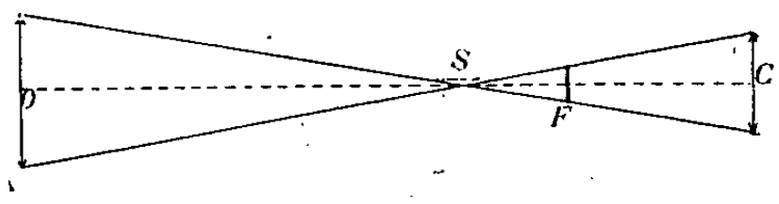


FIG. 3.

comme donnés : le diamètre D de l'objectif principal ainsi que sa longueur focale F.

La *première fente* sera nécessairement placée dans le plan focal de l'objectif principal. Sa hauteur sera suffisante pour contenir aisément l'image solaire de diamètre maximum. Ce diamètre est

$$\Delta_m = 2F \operatorname{tang} \frac{\delta_m}{2}, \tag{10}$$

δ_m désignant le diamètre apparent maximum du soleil; mais il est bon de prévoir un cinquième en plus si l'on veut pouvoir étudier les protubérances.

Collimateur. — Le diamètre d du collimateur dépend de sa longueur focale f que l'on peut considérer comme donnée. Calculons le diamètre minimum d_v qui peut recevoir toute la lumière dans le sens de la longueur de la fente.

Si l'on désigne par s la distance à la fente du sommet du cône circonscrit intérieurement à la fois à l'objectif principal et à l'image, on aura

$$\frac{d_v}{D} = \frac{f + s}{F - s}.$$

Or
$$\frac{s}{F} = \frac{\Delta}{D + \Delta};$$

d'où l'on déduit :

(11) $$d_v = D\frac{f}{F} + \Delta_m\left(1 + \frac{f}{F}\right).$$

Pour calculer la largeur utile du collimateur, évaluée perpendiculairement à la fente d_h, il faut tenir compte du mouvement apparent de l'objectif principal dans le premier miroir tournant. Ce mouvement sera représenté, si l'on prend pour diamètre horizontal de l'objectif D_h non pas son diamètre vrai D, mais un diamètre fictif D' :

$$D_h = D + D',$$

et D' sera connu si l'on se donne la distance m qui sépare l'axe de rotation du miroir de la fente. On a :

(12) $$D' = \Delta_m\left(\frac{F}{m} - 1\right).$$

La valeur de d_h en résulte; toutefois, en toute rigueur, il faut tenir compte de la diffraction qui agit ici dans le sens perpendiculaire à la fente; mais dans cette étude élémentaire je négligerai cet effet. On a alors la même formule que celle qui donne d_v, dans laquelle on fait d'abord $\Delta_m = 0$, puis $D = D_h$; il vient :

(13) $$d_h = D\frac{f}{F} + \Delta\left(\frac{f}{m} - \frac{f}{F}\right).$$

On peut choisir m de manière que d_h ait la même valeur que d_v. On a alors, dans cette hypothèse

(14) $$m = F\frac{f}{F + 2f}.$$

C'est une valeur minima.

Une autre considération peut conduire à prendre pour m une valeur plus grande encore : c'est celle de la largeur du réseau.

Réseau. — A leur sortie du collimateur, tous les rayons lumineux sont parallèles au plan passant par la fente et par l'axe optique. Si donc i_o désigne l'inclinaison de la normale au réseau sur ce plan, la largeur utilisée l, du réseau sera

(15) $$l = d_h \text{ séc } i_o.$$

La hauteur utile du réseau h, dépendra de sa distance au collimateur.

Considérons la pupille de sortie des rayons du collimateur : cette pupille n'est, ici, autre chose que l'image de l'objectif principal. Sa distance p, au collimateur est

$$p = \mathrm{CP} = f\left(1 + \frac{f}{\mathrm{F}}\right), \tag{16}$$

et son diamètre D′ se calcule facilement

$$\mathrm{D}' = \mathrm{D}\,\frac{f}{\mathrm{F}}. \tag{17}$$

Entre le collimateur et la pupille de sortie, les rayons lumineux convergent vers cette pupille et la hauteur du faisceau, à la distance x du collimateur sera

$$d_v - x\,\frac{d_v - \mathrm{D}'}{p} \tag{18}$$

expression qui se réduit à

$$\mathrm{D}\,\frac{f}{\mathrm{F}} + \Delta_m\left(1 + \frac{f}{\mathrm{F}} - \frac{x}{f}\right). \tag{19}$$

Au delà de la pupille, les rayons divergent et restent compris dans le cône circonscrit intérieurement au collimateur et à la pupille. Ce cône a son sommet Σ à la distance σ du collimateur :

$$\sigma = p\,\frac{d_v}{d_v + \mathrm{D}'}. \tag{20}$$

C'est en ce point Σ *que l'on doit placer le réseau, si sa hauteur le permet, pour que le diamètre utile de l'objectif de chambre* C′ *soit égal à celui du collimateur*, égalité généralement réalisée dans la pratique. La hauteur du faisceau incident en cet endroit est alors

$$d_v\,\frac{2\mathrm{D}'}{d_v + \mathrm{D}'}. \tag{21}$$

Nous avons vu (form. 15) que, pour que la luminosité de l'appareil soit uniforme sur toute la largeur du disque, il faut que la largeur du réseau soit au moins égale à

$$d_h \text{ séc } i_o.$$

Cette condition fixera généralement la distance du miroir tournant à la première fente, d'après l'équation (13) :

$$m = \mathrm{F}\,\frac{f\Delta}{\mathrm{F}l\cos i_o - f(\mathrm{D} - \Delta)}. \tag{22}$$

Objectif de chambre C′. — Cet objectif, ayant sensiblement les mêmes dimensions que le collimateur, occupe une position symétrique par rapport au plan normal aux stries du réseau; il en est de même de la *deuxième fente* qui se trouvera ainsi placée à la même distance de l'axe des miroirs que la première.

Toutefois, si les objectifs C et C′ n'ont pas tout à fait les mêmes foyers, on peut profiter de la latitude que l'on a pour la position de C′, pour sup-

primer la déformation de l'image solaire qui en résulterait : si le foyer de C′ est plus petit que f, la distance $m' = M'C'$ sera prise plus petite que m et inversement ; il y a proportionnalité entre f, m et f' et m'.

Amplificateur. — On peut fixer la valeur de l'amplification par la condition que la *surface de diffusion tolérée* de l'image d'un point ait 1/10e de millimètre de diamètre, afin qu'observée à l'œil nu, cette image soit nette jusqu'au plus petit détail aisément visible.

Si nous supposons, ce qui est le cas général, que le pouvoir séparateur de l'objectif est inférieur, en valeur linéaire, à la largeur de la fente, il n'y aura que cette dernière largeur à prendre en considération. Dans les spectrographes actuellement en usage, cette largeur est de l'ordre de 0mm,05. On peut donc dire, d'une manière générale, qu'il convient d'employer une amplification du simple au double.

La longueur focale de l'amplificateur se calcule d'après cela, en sachant qu'il se trouve placé à une distance de la deuxième fente supérieure à m' de la quantité juste nécessaire pour permettre la séparation complète du faisceau réfléchi et du faisceau incident, quantité qui dépendra de l'angle que l'on adoptera pour cette réflexion, d'après la place dont on disposera pour l'installation de l'appareil. Plus cet angle sera petit, plus les miroirs seront utilisés normalement, mais plus l'amplificateur sera loin. Il ne me paraît pas utile d'entrer dans le détail numérique de ce point, qui ne présente plus rien de particulier après ce qui a été dit sur les positions et dimensions des autres pièces d'optique.

Mouvement d'horlogerie. — Ayant rendu la partie mobile très légère, il est beaucoup plus facile de lui imprimer un mouvement de rotation uniforme qu'il n'est facile de mouvoir rectilignement la plate-forme des spectrohéliographes actuels. Cette plate-forme est toujours la partie la plus coûteuse de l'instrument ; elle est supprimée totalement.

On peut même aller plus loin ; afin de faire disparaître les stries des images produites par les irrégularités du mouvement, il vient à l'idée de faire plusieurs *passes* successives du disque sur la fente. Mais on se heurte à une autre difficulté, car ceci n'est possible que si l'image solaire fournie par le coelostat est *absolument immobile ;* sinon, ce qui est toujours le cas, on s'expose à avoir une image doublée.

Mais, au lieu d'attendre pour faire les passes successives que tout le disque soit entièrement passé, on peut les faire successivement pour chaque largeur de fente. Pour cela, il suffit, avec notre dispositif, d'animer les deux miroirs d'un même mouvement vibratoire rapide et de très faible amplitude, superposé au mouvement général de rotation. J'ai obtenu de très bons résultats en installant, sur l'axe commun des deux miroirs, un trembleur entretenu par un électro-aimant. Il faut évidemment que les deux miroirs vibrent *en phase :* ils seront donc construits aussi identique-

ment que possible et munis, sur leur partie postérieure, d'une tige rigide portant une petite masse de réglage au moyen de laquelle on pourra faire varier un peu les moments d'inertie de chaque miroir ; un montage optique, analogue à celui que l'on emploie pour obtenir les figures de Lissajous, permet de réaliser cette mise en phase avec une très grande précision. Avec ce dispositif, les irrégularités rapides du mouvement d'horlogerie sont éliminées et les stries disparaissent ; il doit être étudié pour que l'axe instantané de la partie vibrante coïncide avec l'axe de rotation du système et pour que les très légères trépidations résiduelles ne se transmettent pas à l'ensemble.

Les variations de vitesse du mouvement d'horlogerie, nécessaires pour changer la pose, se font très facilement au moyen d'un *frein magnétique* formé par un aimant d'acier agissant, par courants de Foucault, sur un disque de cuivre rouge monté sur le dernier mobile du mouvement (régulateur). Il suffit de déplacer l'aimant pour faire varier la vitesse de rotation du disque. La durée de la pose, avec des miroirs bien argentés, un objectif principal de 24 centimètres et une image de 11 centimètres de diamètre, est d'environ trois à quatre minutes ; le réseau était employé dans le troisième ordre (l'intensité des spectres décroissait assez régulièrement d'un ordre au suivant) ; avec un prisme, elle peut être considérablement réduite.

A défaut de réseau, on peut, en effet, employer un prisme d'environ 30 degrés d'angle et argenté sur sa face postérieure ; toutefois, il y a à craindre que, la variation d'épaisseur du verre du commencement à la fin de la pose faisant varier l'absorption, les images ne soient plus foncées sur un bord que sur l'autre. Si l'on tient à éliminer ce petit inconvénient, on pourra compenser cette variation en collant sur la première face du prisme, dans le sens opposé, un deuxième prisme d'angle très petit, et dont le coefficient d'absorption soit très grand. En désignant par n' et k' l'indice et le coefficient d'absorption de ce nouveau prisme, on déterminera son angle A′ par la formule :

$$\operatorname{tg} A' = \frac{k \sin A \sqrt{n'^2 - n^2 \sin^2 A}}{n'k' - nk \sin^2 A},$$

les lettres sans indice se rapportent au prisme principal ; la dispersion sera un peu diminuée. Plus simplement encore, on mettra un diaphragme en forme de V tronqué à branches courbes et convenablement calculées, tout contre le prisme, la bissectrice du diaphragme étant perpendiculaire à l'arête.

Enfin, l'enregistrement des protubérances présentera une difficulté que l'on ne rencontre pas avec les appareils ordinaires : on sait que, pour enregistrer ces protubérances, il faut masquer la lumière même du disque ; ceci est facile lorsque le disque est fixe. Lorsqu'il est mobile, cela devient

plus compliqué : M. de la Baume Pluvinel a proposé de faire tourner l'écran concentriquement à l'axe des miroirs et avec une vitesse angulaire double.

* * *

Un appareil d'étude a été construit à Nice d'après ces principes et avec des moyens de fortune, absolument à la portée des amateurs : caisse en bois blanc, mouvement d'horlogerie genre « tourne-broche », etc. ; il m'a fourni des épreuves qui m'ont semblé dignes d'être présentées au Congrès et qui m'ont encouragé à communiquer cette note, espérant qu'elle pourra intéresser des amateurs plus habiles que moi dans l'art, si précieux pour l'astronome et le physicien, de manier la lime et le rabot.

Seules, les pièces d'optique resteront toujours coûteuses : on peut supprimer l'objectif O′ et rapprocher le réseau ou le prisme de l'objectif O ; l'appareil prend alors tout à fait la forme du spectrographe autocollimateur de Littrow. Mais, dans ce cas, on aura à lutter contre la lumière diffusée et la lumière réfléchie sur les faces du collimateur ; pour obturer cette dernière, on emploiera avec avantage de simples fils métalliques noircis tendus verticalement entre le collimateur et la fente à l'endroit où se forment les images réelles de cette fente données par réflexion sur les différentes faces du collimateur. Cette dernière forme est celle qui s'était présentée tout d'abord à moi, lorsqu'en 1903, étant alors au laboratoire de M. Deslandres, à l'Observatoire de Meudon, j'ai pensé à ce dispositif ; la crainte de la lumière diffuse et la disponibilité que j'avais de deux objectifs m'ont décidé au modèle décrit. Enfin, les fentes pourront être simplement gravées à l'aide d'un compas à verge, sur une lame de verre mince et soigneusement argentée ; dans le cas d'un seul objectif O, il n'y a qu'une fente à graver, de longueur supérieure au double du diamètre du disque ; on peut la recouvrir d'un verre de protection.

En terminant, je remercie M. le Comte de la Baume Pluvinel tant pour avoir mis à ma disposition les ressources optiques de son laboratoire que pour m'avoir honoré de ses précieux conseils. Je dois à son obligeante documentation de m'avoir signalé un dispositif analogue imaginé par M. Nodon et présenté aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, en décembre 1905.

M. Georges MESLIN

Professeur de Physique à la Faculté des Sciences (Montpellier).

SUR LA DISPERSION DE LA LUMIÈRE DANS LE VIDE ET SUR LA TEMPÉRATURE OPTIQUE DES ÉTOILES

— 4 août —

Les résultats si intéressants que MM. Nordmann et Tikkoff(*) ont obtenu au sujet de la dispersion dans le vide, en utilisant la photométrie stel-

(*) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXLVI, p. 266, 383 et 570.

laire, peuvent être interprétés par la considération de la grandeur que Crova a introduite sous le nom de *température optique;* on sait qu'il désignait ainsi le rapport des intensités des énergies correspondantes à deux radiations prises dans des portions différentes du spectre (le vert et le rouge) (*). Bien que l'on sache maintenant que ce nombre ne caractérise pas la température du corps radiant, en raison des variations du pouvoir émissif suivant la longueur d'onde, il a du moins un sens précis, si on l'applique au corps noir et même à une substance déterminée, puisqu'il est lié à la distribution de l'énergie dans le spectre.

Les résultats observés sur les étoiles variables, telles que Algol, λ Taureau, etc., signifient que la température optique *apparente* de ces étoiles varie, et cette interprétation suggère l'emploi de quelques autres dispositifs propres à mettre directement en évidence par cette variation le décalage des courbes de photométrie (**).

On peut d'ailleurs, en généralisant la notion de température optique, l'appliquer au cas où les deux radiations seraient, non pas voisines l'une de l'autre dans la portion visible du spectre, mais plus éloignées entre elles, l'une étant prise vers l'infra-rouge, et l'autre dans l'ultra-violet.

La variation serait d'autant plus grande que le rapport des énergies reçues serait plus considérable et que la dispersion introduirait elle-même un changement plus important, à cause du décalage plus grand des périodes.

On peut d'abord montrer comment ces deux grandeurs (variation du rapport, décalage des courbes) sont reliées l'une à l'autre, et, pour fixer seulement les idées, nous supposerons, à titre d'exemple simple, que chaque radiation est constante pendant un certain intervalle de temps (phase du maximum et phase du minimum), qu'entre ces deux valeurs extrêmes, son énergie varie linéairement et qu'il en est de même pour la seconde radiation qui présenterait avec la première un rapport constant si le décalage provenant de la dispersion n'intervenait pas.

Quel sera alors l'effet produit par ce décalage dont nous désignerons la grandeur par ε?

Il est facile de voir que le rapport, d'abord constant, diminue pendant la majeure partie de la période variable, passe par un minimum pour reprendre ensuite une valeur constante; *mais ε est précisément égal à l'intervalle qui sépare ce minimum de l'instant où le rapport redevient constant.*

(*) C'était, en réalité, le rapport des intensités dans le vert pour le corps radiant et pour la lampe Carcel, les intensités dans le rouge étant rendues égales pour ces deux sources, ce qui revient à dire que la température optique de la lampe Carcel était prise pour unité.

(**) En outre, il importe de multiplier et de varier les expériences qui permettent de constater un phénomène dont l'existence peut donner lieu à plusieurs interprétations. (LEDEBEW, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 15 juin 1908, t. CXLVI, p. 1254.)

Considérons, par exemple, la première radiation au voisinage du moment où son énergie commence à diminuer, à l'instant t_0 :

Son intensité sera représentée par

$$i_1 = b$$

pour la valeur de t inférieure à t_0 ;

et par $$i_1' = b + \frac{b - b'}{t_0 - t_0'}(t - t_0)$$

pour les valeurs de t supérieures à t_0 ;

b et b' étant les valeurs du maximum et du minimum, et t_0' l'instant de la fin de la période variable décroissante où l'intensité devient $i_1'' = b'$.

De même, en désignant par K le rapport supposé inférieur à l'unité, la seconde radiation aurait son intensité représentée par

$$Kb$$

et $$Kb + K\frac{b - b'}{t_0 - t_0'}(t - t_0)$$

si le décalage n'existait pas ; mais en tenant compte de ce décalage ε, l'énergie de la seconde radiation sera donnée par les équations :

$$i_2 = Kb;$$

$$i_2' = Kb + K\frac{b - b'}{t_0 - t_0}(t - t_0 - \varepsilon);$$

$$i_2'' = Kb';$$

dont la deuxième s'appliquera à partir de l'instant $t_0 + \varepsilon$ et la troisième à partir de $t_0' + \varepsilon$.

Ceci posé, on peut considérer, pour le rapport des intensités, plusieurs phases successives :

1° Avant l'instant t_0' $$\frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{K},$$

le rapport est constant ;

2° Dans l'intervalle t_0 à $t_0 + \varepsilon$,

les intensités sont représentées par i_1' et i_2' :

$$\frac{i_1'}{i_2'} = \frac{b + \frac{b - b'}{t_0 - t_0'}(t - t_0)}{Kb}$$

$t - t_0$ étant compris entre zéro et ε, le rapport diminue :

3° Dans l'intervalle $t_0 + \varepsilon$ à t_0',

les intensités à considérer sont i_1' et i_2' :

$$\frac{i_1'}{i_2'} = \frac{b + \frac{b - b'}{t_0 - t_0'}(t - t_0)}{Kb + K\frac{b - b'}{t_0 - t_0'}(t - t_0 - \varepsilon)}$$

le rapport continue à décroître ;

4° Dans l'intervalle t_0' à $t_0' + \varepsilon$,

les intensités qu'il faut comparer sont i_1 et i_2' :

$$\frac{i_1}{i_2'} = \frac{b}{Kb + K\dfrac{b - b'}{t_0 - t_0'}(t - t_0 - \varepsilon)}$$

cette fois le rapport *croît* avec le temps;

5° Enfin, à partir de $t_0' + \varepsilon$, les deux radiations sont devenues constantes et leur rapport $\frac{i_1}{i_2}$ reprend la valeur $\frac{1}{K}$.

En définitive, conformément à l'énoncé, le rapport a présenté un minimum, au commencement de la quatrième phase, pour croître seulement pendant cette phase dont l'étendue est ε.

L'interprétation graphique est aisée à retrouver sur la figure ci-contre *(fig. 1)*.

La fin de la période croissante donnerait lieu d'ailleurs à des observations analogues.

Si donc on étudie, d'une façon continue ou à des intervalles de temps suffisamment rapprochés, le rapport des intensités, l'étude des courbes mettra en évidence la valeur de ε et l'on voit combien ce procédé serait avantageux si l'on pouvait, par des instruments appropriés, déterminer directement ce rapport.

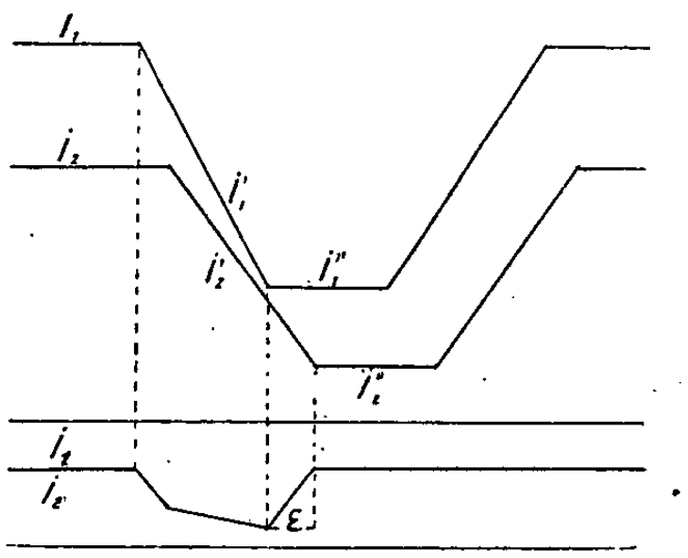


FIG. 1.

Sans même imaginer qu'on soit en possession d'un tel dispositif, que je cherche actuellement à réaliser d'une façon pratique, et sans introduire cette notion de température optique, on peut se demander s'il n'y aurait pas avantage, en dehors des raisons citées plus haut, à substituer à la photométrie des radiations colorées la mesure des énergies correspondantes aux radiations extrêmes du spectre.

L'enregistrement quasi-continu serait possible, ce qui augmenterait singulièrement la précision des mesures, et on pourrait y parvenir par une légère modification du dispositif de M. Nordmann.

A la place de la glissière contenant les écrans colorés, mettons l'ouverture d'un instrument tel que le bolomètre ou la pile thermo-électrique, relié à un enregistreur; en avant, intercalons un prisme qui fasse tomber sur elle une portion du spectre de la source; supposons enfin que la pile puisse subir un déplacement transversal de quelques millimètres qui l'amène dans deux régions du spectre; si ce mouvement est réalisé auto-

matiquement de minute en minute, l'appareil inscrira des points qui feront connaître, toutes les deux minutes, la valeur de l'énergie reçue pour chaque portion interceptée du spectre; on obtiendra ainsi des courbes qui mettront en évidence le décalage en réduisant au minimum l'intervention de l'expérimentateur.

Toutefois, il y a lieu de tenir compte des changements accidentels qui introduiraient des variations sans décalage; dans ce but, on étudiera en outre la valeur du rapport, et, *pour toutes les phases dans lesquelles il y aura variation simultanée des deux énergies sans variation du rapport*, on trouvera, grâce à cette variation, un coefficient de correction qui ramènera les intensités aux valeurs qu'elles auraient eu sans ces changements accidentels. C'est seulement sur les courbes ainsi corrigées qu'on déterminera les décalages et l'importance des corrections fera juger de la précision des résultats.

Voici, enfin, un second dispositif qui met en jeu l'action simultanée des deux énergies correspondantes aux deux portions du spectre que l'on étudie.

Prenons encore un appareil tel que le bolomètre ou la pile thermo-électrique et disposons-le de telle sorte que les deux bras compensateurs (branches du pont ou soudures) soient, non pas l'un derrière l'autre, par rapport à la source, mais l'un à côté de l'autre, à quelques millimètres de distance; de façon à recevoir simultanément l'action du corps radiant; imaginons, d'autre part, que les radiations émanées de la source (une étoile dans le cas actuel) soient reçues antérieurement sur un dispositif spectroscopique. Elles donneront un spectre dont deux régions déterminées frapperont les deux bras compensateurs à travers deux ouvertures dont l'une pourra être, soit rétrécie à volonté, soit recouverte d'écrans absorbants, de façon à égaliser les énergies pendant les phases principales où la source ne présente pas de variation; ces énergies seraient donc représentées par des courbes qui se superposeraient entièrement s'il n'y avait pas de décalage; mais, en raison de ce décalage provenant d'une translation ε, il y aura, au début et à la fin de chaque période de variation, des intervalles de temps ε pendant lesquels la différence des énergies croîtra ou décroîtra pour rester invariable, mais sera différente de zéro pendant le reste de cette phase intermédiaire.

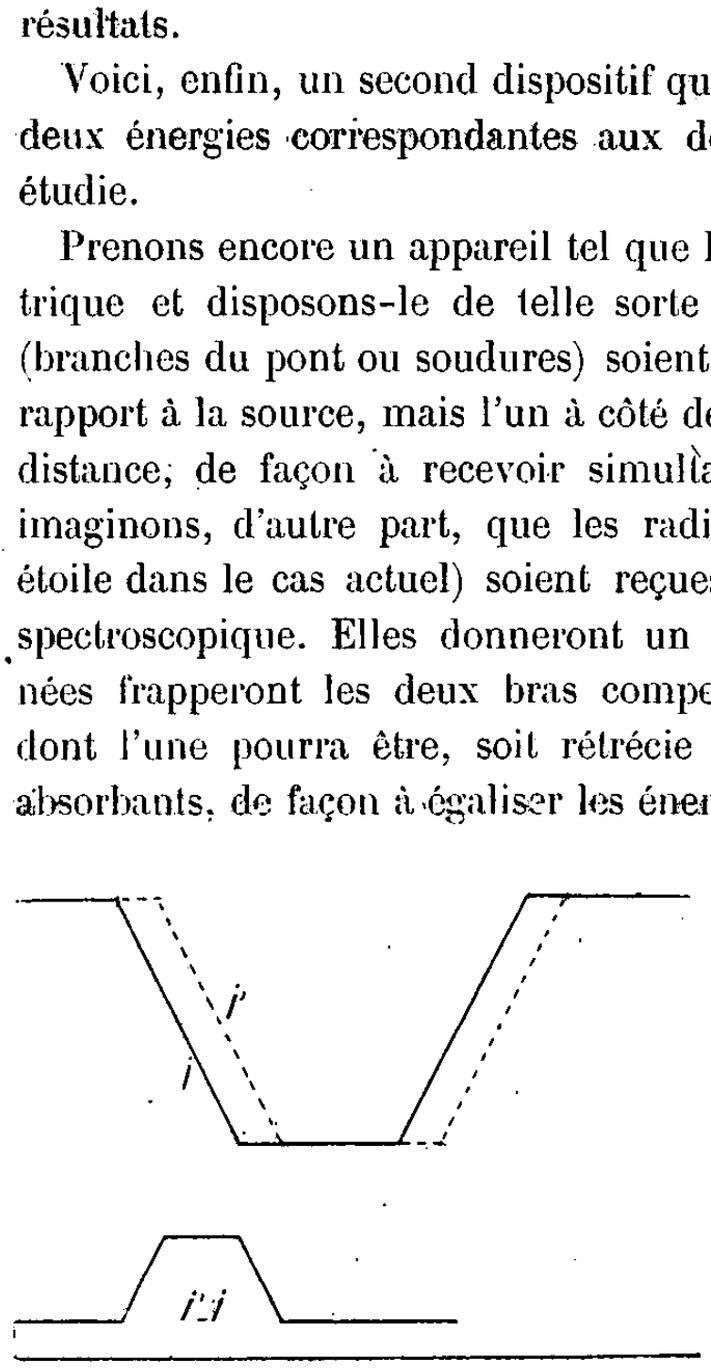


FIG. 2.

Or, cette différence des énergies est mesurée soit par la déviation du

galvanomètre, soit par la lecture d'une résistance si l'on emploie un appareil analogue à l'actinomètre absolu d'Angström ; on peut, dans tous les cas, l'enregistrer et on aura une variation semblable à celle qui est représentée à la partie inférieure de la figure ci-contre *(fig. 2)*, du moins dans le cas où le décalage est inférieur à la durée de la plus courte des phases constantes, ce qui semble généralement réalisé.

M. Th. GUILLOZ

Professeur adjoint à la Faculté de Médecine (Nancy).

FOCOMÈTRE A OBSERVATION CHROMATIQUE

— 8 août —

L'instrument que je présente à l'Association française est basé sur l'observation par un petit trou (trou sténopéique) de deux disques circulaires égaux, transparents, de couleurs complémentaires, centrés par rapport à l'axe de lentille de l'autre coté de laquelle ils sont placés.

Les rayons délimitant l'image d'un objet sont ceux qui, supposés partis du sténopé, passent après réfraction par la périphérie de l'objet. Ils concourent en un point qui est le foyer conjugué du sténopé par rapport à la lentille.

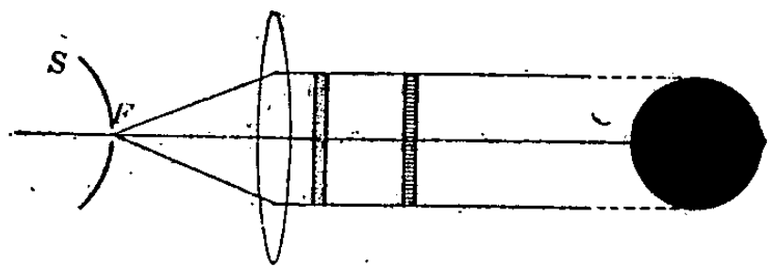


FIG. 1.

Si donc le sténopé est au foyer de la lentille *(fig. 1)*, les rayons supposés issus du sténopé et délimitant les images des disques colorés se réfractent sous forme d'un cylindre ; les mêmes rayons encadrent ainsi les deux dis-

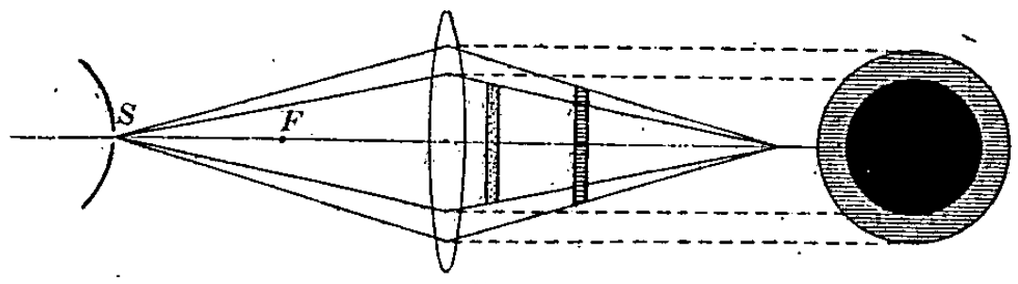


FIG. 2.

ques et l'observateur voit, dans le champ lumineux de l'instrument, un cercle noir se détachant sur fond clair.

Si le sténopé n'est pas au foyer, les images colorées des deux cercles translucides de couleurs complémentaires ne sont pas observées sous les mêmes lignes de visée, l'une des images déborde sur l'autre. Lorsque le sténopé sera au delà du foyer *(fig. 2)*, on verra, dans le champ lumineux de l'instrument, un cercle noir entouré de rouge (*) (le disque rouge est le plus éloigné de la lentille). Il sera au contraire entouré de bleu si le sténopé

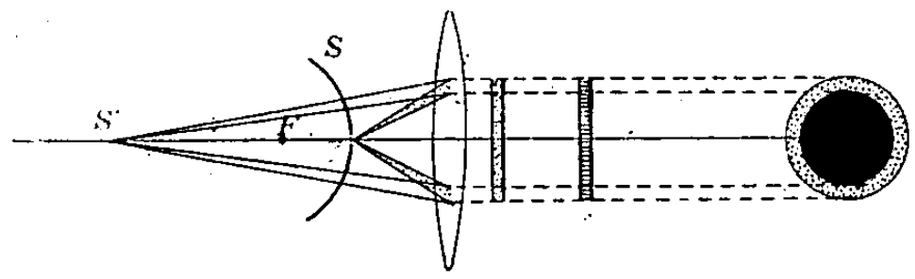


FIG. 3.

est entre le foyer et la lentille (*fig. 3*). Enfin, comme nous l'avons dit, il apparaitra dans le champ un cercle noir sans bords coloré quand *(fig. 1)* le sténopé sera au foyer, ce qui permettra la détermination de position de ce dernier,

Avec ce modèle simple, comprenant un tube dans lequel se trouvent les deux disques colorés et sur la base duquel on applique une lentille convergente, on se rendra compte de la sensibilité et de la netteté de la méthode. On peut sans sténopé déterminer la position du foyer : ce sera celle du centre optique de l'œil de l'observateur lorsqu'il verra un disque noir sans coloration périphérique. De part et d'autre de cette position, ce cercle noir s'auréolera d'une couleur rouge si l'observateur s'éloigne de la lentille, bleue s'il s'en rapproche. Le sténopé diminue la clarté mais rend plus nets les pourtours de l'image et a l'avantage de fixer dans l'espace la position du foyer, ce qui ne peut être que très approximatif quand on dit qu'il est au centre optique de l'œil observateur.

La sensibilité augmente avec l'écartement des cercles et avec leur diamètre. Théoriquement, elle est indéfinie et, pratiquement, on peut l'adapter à de grandes exigences. Au lieu d'observer des surfaces qui ont été découpées dans des glaces gélatinées, colorées par immersion dans des solutions aqueuses de couleurs solubles d'aniline puis séchées, on peut examiner des figures géométriques, par exemple deux circonférences de rayons égaux tracées au compas avec de l'encre noire, ou encore deux circonférences égales, de même largeur de trait, tracées avec des encres translucides de couleurs complémentaires. Ces écrans permettent peut-être une détermination un peu plus précise, mais leur emploi demandera plus d'attention dans la détermination que celui des disques.

(*) Les couleurs bleues et rouges sont représentées respectivement dans les figures par des champs pointillés et des hachures.

La disposition qui vient d'être indiquée sert seulement à la détermination de la puissance des systèmes convergents et on voit que le sténopé se déplaçant suivant l'axe des disques, l'instrument atteindrait des longueurs disproportionnées, si on devait l'employer pour de faibles lentilles.

Pour éviter ces inconvénients, il suffit d'une légère modification consistant à placer, entre la lentille examinée et le sténopé, une lentille fixe, convergente, ayant son foyer au centre de la lentille examinée. C'est ce que j'ai réalisé dans l'instrument que je vous soumets et que j'ai construit pour la détermination rapide et directe de tous les verres de lunettes sphériques, cylindriques, sphéro-cylindriques convergents et divergents. Sa longueur est de vingt centimètres et son diamètre de cinq centimètres. Il comporte un tube dans lequel prennent place les deux disques colorés dont on peut modifier facilement la distance. En avant de lui, se trouve le support de lentille, permettant d'y placer le verre de lunette ou de lorgnon sans l'enlever de sa monture, et de le déplacer facilement pour son centrage. Il n'y aurait guère que dans les cas rares d'un décentrage considérable, chez des strabiques amétropes, que le verre devrait être sorti de sa monture si le décentrage était interne. Le déplacement du sténopé bien centré sur l'axe des disques est indiqué sur une graduation donnant en dioptries la puissance du verre. Enfin, entre le verre et le sténopé *(fig. 4)*, se trouve fixée une lentille convergente de 15 D ayant son foyer en coïncidence avec le verre.

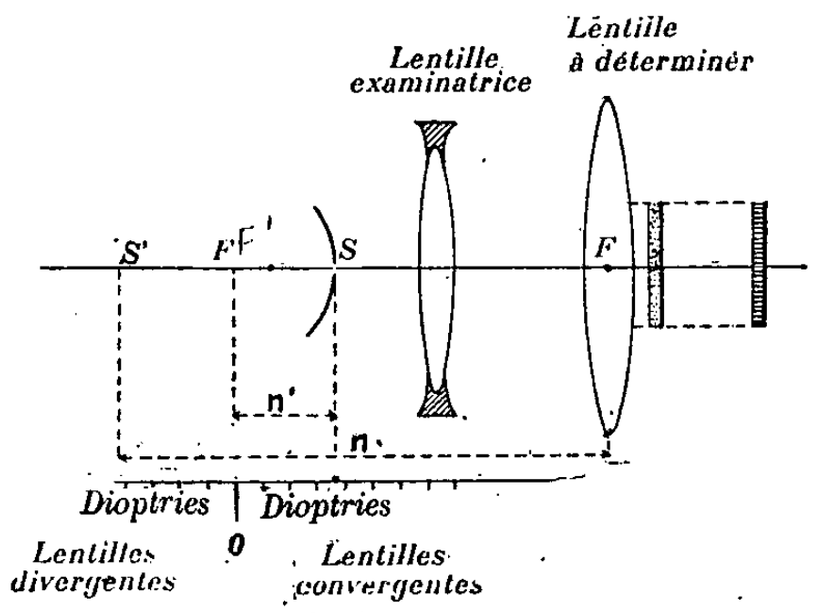


FIG. 4.

Dans ces conditions lorsque le champ des écrans s'observe sans bords colorés, le sténopé est, par rapport à cette lentille convergente, foyer conjugué du foyer cherché.

Soit d'une façon plus générale : $\frac{1}{f}$ la puissance de cette lentille examinatrice (qui est dans cet instrument de 15 D), π la distance du foyer conjugué du sténopé au foyer F de cette lentille examinatrice, c'est-à-dire sa distance à la lentille dont on effectue la détermination ; π' la distance du sténopé au second foyer F′ de cette lentille fixe.

La relation $$\pi\pi' = f^2$$

donne $$\frac{1}{\pi} = \frac{\pi'}{f^2}.$$

Lorsque le disque apparaît noir, non coloré sur ses bords, le foyer conjugué du sténopé, par rapport à la lentille examinatrice, occupe le foyer principal de la lentille examinée et si x est le pouvoir dioptrique cherché :

$$x = \frac{1}{\pi} = \frac{\pi'}{f^2}.$$

Donc, tout comme dans l'optomètre de Badal, la graduation de l'instrument est proportionnelle ; dans l'instrument présenté, l'intervalle de graduation correspond à chaque dioptrie est d'un peu plus de quatre millimètres.

En donnant aux disques colorés un diamètre égal à la moitié de l'ouverture utile de la lentille examinatrice, l'instrument permet la détermination directe de la puissance des lentilles convergentes ou divergentes pouvant atteindre la puissance de cette lentille.

Pour les lentilles convergentes, le sténopé et, par suite, son image donnée par la lentille examinatrice ne peut, en effet, se rapprocher plus près que la position occupée par cette lentille fixe.

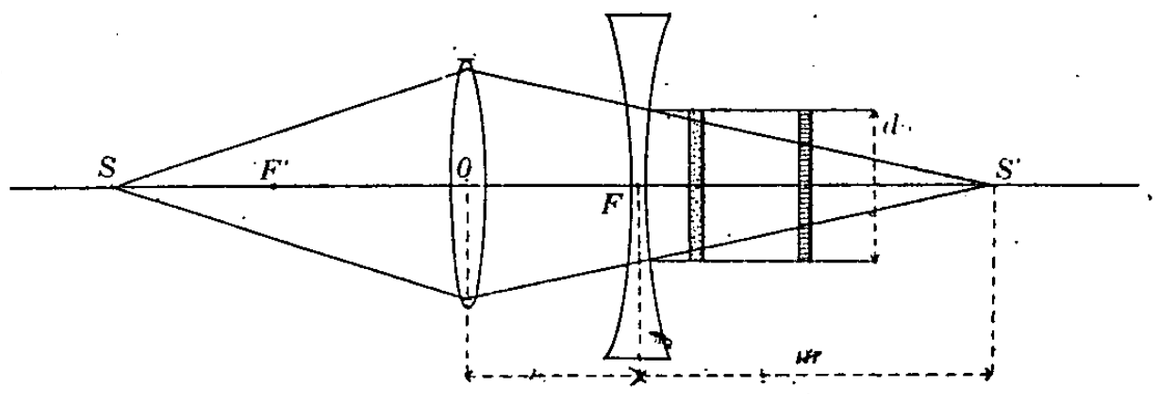


FIG. 5.

S'il s'agit d'une lentille divergente, tout se passe (*fig. 5*) comme si l'observation se faisait virtuellement du foyer conjugué du sténopé, par rapport à la lentille examinatrice. Si donc, d est le diamètre des disques, o l'ouverture utile de la lentille examinatrice, la puissance maximum que pourra avoir la lentille divergente laissant apparaître, dans le champ de l'instrument, la périphérie de l'image des disques sera $\frac{1}{m}$.

Or $$\frac{o}{d} = \frac{m+f}{m}$$

d'où $$\frac{o-d}{d} = \frac{f}{m}$$

et $$\frac{1}{m} = \frac{1}{f} \times \frac{o-d}{d}.$$

Ceci montre et on le déduit aussi directement du simple examen de la figure 5, qu'en prenant $d = \frac{1}{2}\,o$, on détermine des lentilles divergentes jusqu'à une puissance égale à celle de la lentille examinatrice.

On pourrait, mais, dans le cas particulier, cela n'offre guère d'utilité, augmenter la latitude pour la détermination des lentilles fortes en suppri-

mant la lentille examinatrice, s'il s'agit de lentilles convergentes et en diminuant la dimension des cercles colorés, si on doit déterminer des lentilles divergentes plus fortes.

Pour centrer un verre quel qu'il soit : sphérique, cylindrique ou sphéro-cylindrique, on le déplace dans le support de telle sorte que les portions périphériques colorées du champ des disques débordent également sur un même diamètre, quel que soit ce diamètre. Dans le cas d'un verre sphérique, la portion déborde également sur tous les diamètres. Si le verre est astigmate, l'étendue de la zone colorée varie suivant le diamètre considéré. L'achromatisme des portions périphériques du champ, lorsqu'on déplace le sténopé, est alors obtenue sucessivement seulement aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires pour deux positions du sténopé qui donnent les valeurs des méridiens principaux dont la direction est indiquée par ces diamètres.

Je rappellerai, comme ayant quelque rapport avec l'objet de cette présentation, que j'ai déjà indiqué au Congrès de l'Association, à Bordeaux, en 1895, des procédés de détermination des foyers des lentilles par l'observation de leur champ à travers un sténopé. J'y ai présenté, sous des formes expérimentales différentes de celle-ci, deux instruments : l'un pour les déterminations précises des constantes optiques d'un système simple ou composé, l'autre construit par M. Pellin pour la pratique de l'oculistique. J'ai appliqué le même principe à un *mensurateur de petits objets inaccessibles* (*), sans que l'on ait à s'occuper de leur distance, et cet instrument m'a servi, en particulier, à des mesures pupillométriques.

M. E. ROTHÉ

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences (Nancy).

FRANGES D'INTERFÉRENCES PRODUITES PAR LES PHOTOCHROMIES. — NOUVEAU MODE DE PRÉPARATION DES PLAQUES SENSIBLES POUR LA PHOTOGRAPHIE INTERFÉRENTIELLE.

— 4 août. —

Dans mes communications aux Congrès de Cherbourg et de Lyon (**), j'ai appelé l'attention sur le décalage des couleurs reproduites par la méthode interférentielle, et sur l'utilité que pourrait offrir l'étude de coupes à travers la gélatine (***).

(*) Th. GUILLOZ : *Un nouveau procédé pour la détermination de la grandeur des objets inaccessibles. Application à la pupillométrie et à la laryngométrie. C. R. de l'Académie des Sciences,* 8 mai 1899.

(**) *Assoc. Fr. p. l'av. des Sciences, Congrès de Cherbourg,* p. 173. — *Congrès de Lyon,* p. 64.

(***) *Ass. Fr. p. l'av. des Sciences, Congrès de Cherbourg,* p. 173. — *Congrès de Lyon,* p. 64. — Voir aussi *prof. Ramon y Cajal, Photographie des couleurs* (avril et juin 1908).

Depuis ces publications, j'ai étudié l'une des principales causes de ce décalage, en observant systématiquement les franges d'interférences produites par les photochromies du spectre.

Lorsque l'on regarde par réflexion, du côté du verre, une photographie interférentielle de spectre, éclairée par la lumière blanche, on aperçoit des franges colorées dans toute l'étendue du spectre, depuis le rouge jusqu'au violet. Quand l'émulsion sensible a été coulée sur une glace rigoureusement horizontale, les franges sont disposées à peu près parallèlement aux raies spectrales.

Lorsqu'au contraire, la couche de gélatine n'a pas partout la même épaisseur, les franges sont plus ou moins inclinées par rapport aux raies.

Ces franges ont d'abord été appelées fausses franges de Talbot (*).

C'est Wiener (**) qui, le premier à ma connaissance, les a attribuées à l'existence des ondes stationnaires (***).

Ces franges peuvent être obtenues très aisément, dans mes épreuves sans miroir de mercure, parce que les couleurs spectrales sont moins éclatantes que celles des photochromies mercurielles. Les franges offrent alors des colorations, le violet du côté de la région rouge du spectre, le rouge de l'autre côté. L'existence de ces franges et leurs colorations peuvent être expliquées d'une façon simple.

Considérons d'abord une plaque sensible transparente, recevant par la face verre un faisceau de lumière parallèle monochromatique de longueur d'onde λ. Supposons l'émulsion assez sensible et l'épaisseur de la gélatine assez faible pour que des plans d'argent distants de la longueur d'onde λ se forment dans toute l'épaisseur de la gélatine, depuis la surface jusqu'au verre.

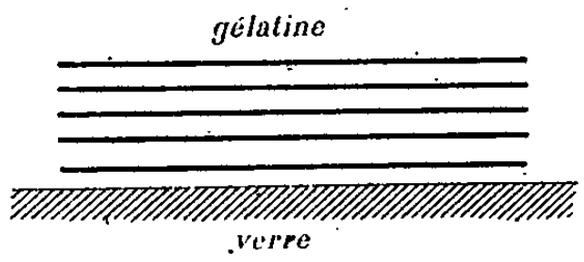


FIG. 1.

Si la surface de la gélatine est rigoureusement parallèle au plan de la glace, on ne peut apercevoir du côté verre en lumière blanche qu'une teinte uniforme, due à la lumière réfléchie par l'ensemble des strates de longueur d'onde λ, celle de la lumière impressionnante, à laquelle s'ajoute la lumière réfléchie par la lame mince comprise entre la glace et le dernier plan d'argent *(fig. 1)*.

Pratiquement, il n'en est jamais ainsi, parce que la surface de la gélatine n'est jamais rigoureusement parallèle à celle de la glace, et les plans

(*) Voir à ce sujet le livre de LEHMANN : *Beiträge zur Theorie und Praxis der Direkten Farbenphotographie (Freiburg, 1906)*.

(**) WIENER. *Wied. Ann.* 1899, p, 504.

(***) Il ne faut pas les confondre avec les franges de spectres superposés obtenues par VALENTA NEUHAUSS, et étudiées surtout par PFAUNDLER et LEHMANN.

d'argent coupent la surface de la glace. Examinons simplement la section par un plan perpendiculaire à la plaque *(fig. 2)*. Les traces des strates sur ce plan coupent la trace du plan de verre en un certain nombre de points : en chacun de ces points de rencontre, l'épaisseur traversée est un multiple entier de λ et l'on voit briller au maximum la radiation de longueur d'onde λ. Entre deux points de rencontre, l'intensité est moindre ; il existe, en effet, entre le verre et le dernier plan d'argent un coin de gélatine dont l'épaisseur varie de 0 à $\frac{\lambda}{2}$ et par suite ce coin éteint entre les deux points de rencontre la lumière de longueur d'onde λ. Regardée par réflexion en lumière de longueur d'onde λ, la plaque présente dans la région impressionnée des franges alternativement brillantes et obscures prolongées en dehors dans toute la plaque par des franges plus pâles, traçant les surfaces de niveau de l'épaisseur de la gélatine. Ces franges pâles coïncideraient avec les premières si la réflexion sur le premier plan d'argent n'introduisait une petite différence de phase.

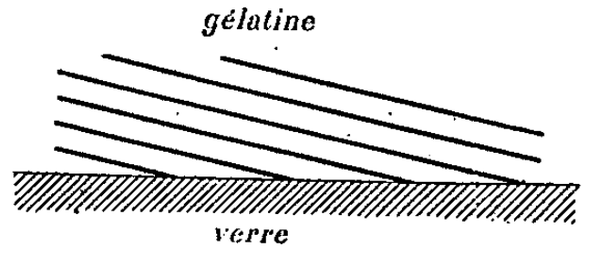


FIG. 2.

En lumière blanche, les franges apparaissent bordées du côté du sommet du coin de teintes de longueur d'onde inférieure à λ.

Si les strates n'occupent pas toute l'épaisseur de la gélatine, il existe, entre le dernier plan d'argent et la lame de verre, un coin de gélatine, présentant, en lumière blanche, les franges bordées de violet du côté du

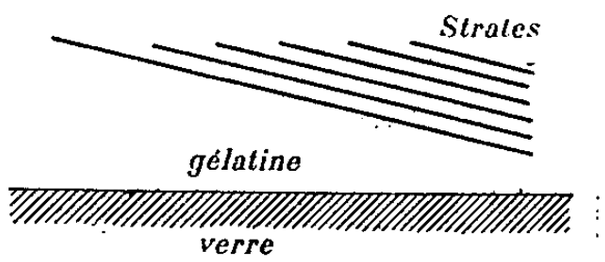


FIG. 3.

sommet, de rouge de l'autre côté *(fig. 3.)* Dans ces franges colorées, on verra briller au maximum la radiation de longueur d'onde λ réfléchie par l'ensemble des strates.

On peut obtenir aisément toutes ces apparences en éclairant, à l'aide d'un brûleur à sodium, une ouverture placée dans le plan focal d'une lentille achromatique servant de lentille collimatrice, et en plaçant une plaque sensible transparente dans le plan focal d'une seconde lentille servant d'objectif. Les franges sont d'autant plus serrées que l'angle formé par la glace et la surface de la gélatine est plus grand. J'ai réalisé des plaques sensibles à épaisseur de gélatine variable. Dans ce cas, les

franges ne sont pas équidistantes : elles sont d'autant plus serrées que l'épaisseur de la gélatine est plus grande. *Ce dispositif permet donc de photographier en quelque sorte les courbes de niveau d'une lame de gélatine* (*).

Les photochromies ainsi obtenues présentent un intérêt pédagogique. Elles permettent de projeter aisément dans un cours des franges de coin qu'il serait assez difficile de réaliser autrement.

Supposons maintenant la plaque sensible placée dans le plan focal de l'objectif d'un spectroscope.

Chaque région de la plaque est impressionnée par une radiation monochromatique différente. Dans chaque région, les stratifications formées par l'argent réduit sont à des distances différentes. Ces stratifications sont inclinées les unes par rapport aux autres, et les lignes d'intersection avec la glace du cliché ne correspondent plus à la même radiation et ne sont plus équidistantes *(fig. 5)*.

Le long de chacune de ces lignes on aperçoit une frange brillante. Entre deux franges consécutives, à la lumière réfléchie par les strates, s'ajoute la lumière réfléchie par un coin de gélatine dont le sommet est du côté de la région rouge du spectre et la base du côté de la région violette.

Cette explication si simple, à peu près conforme à celle de Wiener,

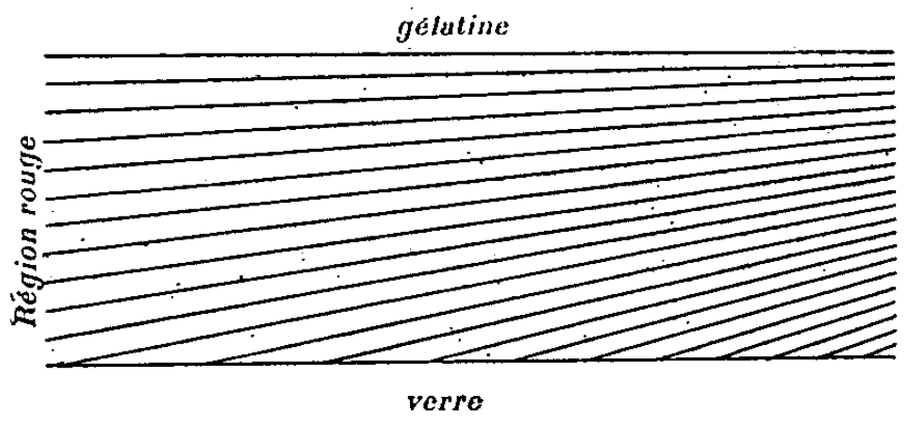


FIG. 5.

s'accorde avec un grand nombre de faits expérimentaux :

1° La glace de verre n'intervient pas dans la formation des franges. Celles-ci subsistent dans les pellicules détachées du verre.

2° Ce ne sont pas des franges ordinaires de lame mince, car la gélatine est trop épaisse pour donner des franges en lumière blanche. En lumière jaune du sodium, on peut voir les franges de la gélatine. Elles sont plus pâles que les précédentes et ne coïncident pas avec elles.

3° Chaque spectre a ses franges propres. On le montre en formant sur une même plaque des spectres identiques l'un au-dessous de l'autre, mais

(*) On réalise aisément une plaque de ce genre en collant sur un des bords d'une glace une petite lame de verre de 2 millimètres d'épaisseur environ. On coule la gélatine à la façon ordinaire et on fait sécher la plaque verticalement, la lame additionnelle vers le bas comme l'indique la figure *(fig. 4, ci-contre)*.

décalés l'un par rapport à l'autre. On y arrive en remplaçant la fente unique du spectroscope par deux fentes disposées comme le montre la figure 6, et les spectres sont disposés comme ci-dessous, le rouge de l'un au-dessus du vert de l'autre. Les franges du premier spectre sont décalées par rapport à celles du second. Les franges dépendent donc, pour un même point de la plaque, de la longueur d'onde de la radiation impressionnante.

4° Le nombre des franges dépend de l'épaisseur de la gélatine.

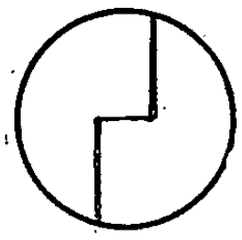


FIG. 6.

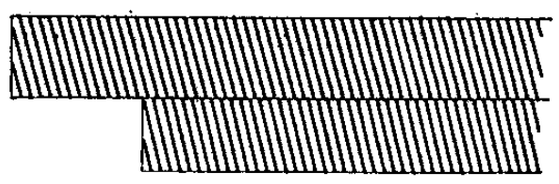


FIG. 7.

Supposons, en effet, que la gélatine ait ses faces rigoureusement parallèles et que toute son épaisseur soit occupée par des strates. (Je me suis assuré, par l'examen au microscope de coupes au microtome, qu'il en était bien ainsi pour les plaques d'épaisseur moyenne que l'on utilise en général.)

Dans les régions du rouge et du violet, on observera des strates dont les nombres p et q satisfont aux égalités :

$$e_n = p\frac{\lambda_r}{2}; \qquad e = q\frac{\lambda_v}{2}.$$

Il en résulte que le nombre des ondes stationnaires affleurant à la surface du verre :

$$n = q - p = 2e\frac{\lambda_r - \lambda_v}{\lambda_r \lambda_v}.$$

Le nombre des franges comprises entre deux longueurs d'onde λr *et* λv *est d'autant plus considérable que l'épaisseur de la lame de gélatine est plus grande.*

Cette conclusion a été soumise à de nombreuses vérifications. En coulant l'émulsion très fluide et en faisant tourner très rapidement les plaques à la tournette, j'ai pu réduire les affleurements des ondes à deux ou trois. Dans les franges colorées ainsi obtenues, on aperçoit nettement le brun des anneaux de Newton. Les plaques ordinaires, coulées sans tournette, présentent quinze à vingt franges. Des plaques épaisses, que j'ai préparées dans ce but, m'ont, au contraire, donné une quarantaine de franges entre le rouge et le violet. Dans les plaques mêmes, les coupes au microtome montrent l'existence de strates jusqu'à la surface du verre. Dans les plaques épaisses, les strates ne sont pas visibles jusqu'au verre.

5° Le nombre des franges ne semble pas dépendre de la dispersion du prisme. Si l'on produit sur une même plaque, l'un au-dessus de l'autre, deux spectres inégalement dispersés, on constate que le nombre des franges

comprises entre deux raies déterminées du spectre est sensiblement le même. Elles sont naturellement plus serrées dans le spectre le moins dispersé.

6° Lorsqu'on expose la plaque, gélatine en avant, il se produit à la surface de séparation de la gélatine et du verre une faible réflexion, d'autant plus intense que l'indice du verre diffère davantage de celui de la gélatine. J'ai pu obtenir ainsi des couleurs nettes sur quelques clichés. Il existe alors des ondes stationnaires qui coupent la surface gélatine-air et l'on peut apercevoir les franges du côté de la gélatine.

7° En plaçant la plaque, verre en avant, et appuyant un miroir d'argent sur la gélatine, on peut obtenir des franges du côté verre et du côté gélatine.

L'étude de ces franges d'interférences présente un intérêt pratique au point de vue de la photochromie interférentielle.

Pour avoir une reproduction fidèle des couleurs spectrales, il faut se débarrasser de tous les phénomènes que je viens de décrire et éliminer la lumière réfléchie par les coins de gélatine formés. Les plaques très minces ne conviennent pas : vues du côté gélatine, elles n'offrent que des couleurs lavées de blanc, souvent décalées. On peut, en général, les rendre plus vives en couvrant la glace d'un vernis noir. Les franges apparaissent même du côté gélatine par réflexion, mais c'est surtout du côté verre qu'elles sont brillantes sur un fond faiblement coloré. On sait que l'on améliore la vivacité des teintes en collant sur la gélatine un prisme de verre à l'aide de baume de Canada.

Les plaques doivent donc avoir une épaisseur de gélatine suffisante pour que les franges n'apparaissent pas du côté gélatine.

Les plaques épaisses, sensibilisées dans la masse, conviennent beaucoup mieux, parce que le nombre des strates est plus grand. Les phénomènes de réflexion parasites n'interviennent plus que faiblement et les couleurs du côté gélatine sont vives et vraies.

Le faible décalage que l'on observe encore est dû surtout aux perturbations superficielles que l'on peut faire disparaître par le procédé connu : la pose d'un prisme de verre, collé sur la gélatine à l'aide de baume de Canada.

C'est surtout du côté du verre que les couleurs sont brillantes et vraies, mais on est gêné par la visibilité de franges d'interférences très serrées.

Pour une épaisseur suffisante de la gélatine, les franges disparaissent complètement; on n'a plus alors, du côté du verre, que des couleurs éclatantes où le rouge est particulièrement beau et en place. Les autres teintes sont moins belles, parce que, en couche épaisse, et pour les poses prolongées que l'expérience nécessite, l'argent réduit à une teinte brune qui nuit à la perfection du bleu et du violet. J'ai pourtant obtenu, avec des plaques de

ce genre, des photographies de spectres de raies (sodium, baryum, strontium) où les couleurs n'ont pas subi de décalage.

Ces expériences m'ont conduit à penser que pour obtenir une représentation fidèle, il serait bon d'avoir une couche épaisse qui resterait incolore au développement.

C'est ainsi que j'ai été amené à la méthode suivante de préparation des plaques :

Sur les glaces propres on coule de la gélatine pure à 5 0/0 en couche épaisse. Quand les plaques sont sèches, on les recouvre d'une couche d'émulsion sensible qui peut être très mince. Il suffit que l'épaisseur de cette couche superficielle soit égale à quelques microns.

On réalise ainsi une couche de gélatine épaisse, empêchant la production des phénomènes d'interférences parasites, et la couche sensible est assez mince pour que sa couleur n'intervienne pas. C'est ainsi que j'ai obtenu, avec deux minutes de pose, les spectres présentés au Congrès. Les couleurs sont vives et en place.

C'est cette méthode qui m'a donné, jusqu'à présent, les épreuves les mieux réussies.

M. G. HELITAS

(du Laboratoire d'Energétique d'Ernest Solvay.)

PYRHÉLIOMÈTRE ENREGISTREUR

— 4 août —

On s'est proposé de créer un appareil automatique mesurant et enregistrant à tout instant l'énergie (*) rayonnante directe du soleil, reçue par unité de surface de terrain.

L'appareil étant destiné à la météorologie agricole devait répondre aux conditions contradictoires d'être assez fruste pour pouvoir être installé à demeure dans les champs et être en même temps automatique, ce qui ne pouvait être obtenu que par un système compliqué et délicat de servo-moteurs. De là sont venues les difficultés de mise au point que nous avons rencontrées. Nous avons néanmoins pu établir un appareil qui, au prix de quelques modifications de détail, donnera, sans aucun doute, satisfaction après quelques saisons d'expériences.

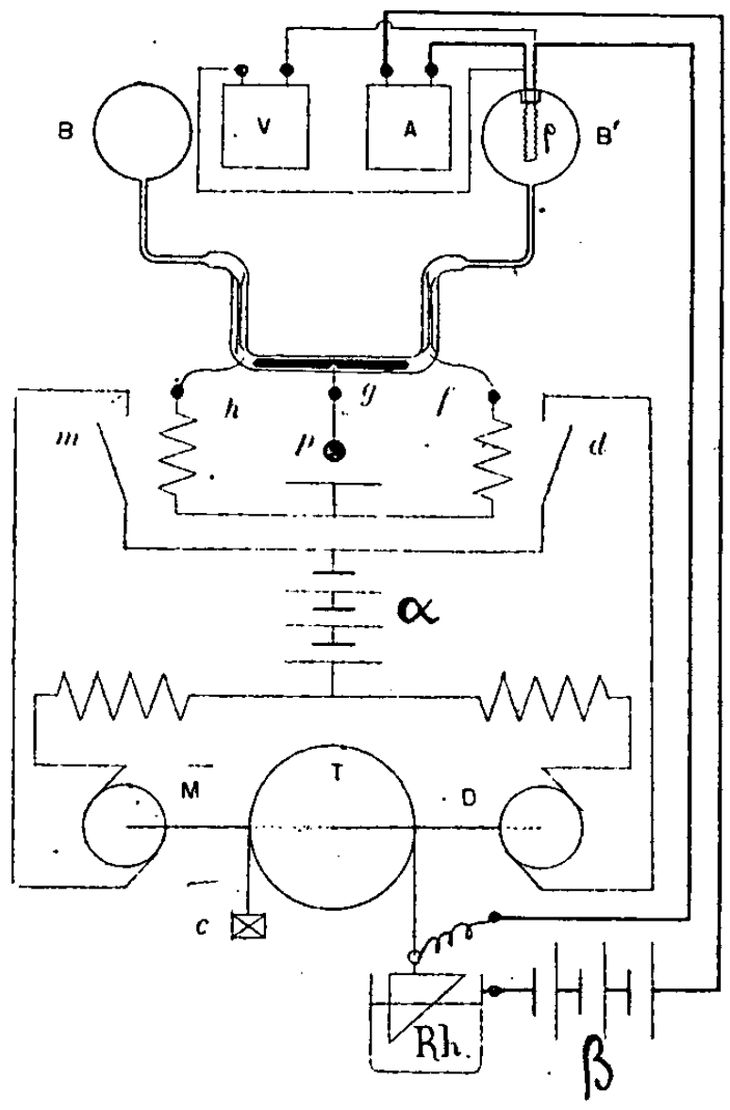
Nous ne nous sommes pas arrêtés à l'emploi de thermomètres à boules mates et brillantes ; l'emploi de ces instruments étant condamné. Notre

(*) Ou pour parler plus proprement, la puissance rayonnante directe.

appareil constitue ce qu'on est convenu d'appeler un pyrhéliomètre. Il donne une mesure absolue de la puissance envoyée par le soleil sous forme d'énergie rayonnante par unité de surface de terrain. Cette puissance est mesurée en watts.

Nous avons mis à profit l'idée d'Angström, qui consiste à employer deux corps thermométriques identiques, l'un placé à l'ombre, l'autre au soleil. Ce dernier acquiert une température supérieure à celle du corps placé à l'ombre. On réchauffe le corps à l'ombre au moyen d'un courant électrique passant dans une résistance et l'on mesure le nombre de watts dépensés pour amener le corps à l'ombre à la même température que le corps au soleil, les deux corps étant dans les mêmes conditions de rayonnement. L'appareil d'Angström était beaucoup trop fragile pour être employé par nous dans les circonstances où nous nous trouvions et aurait d'autre part difficilement pu être rendu automatique.

Nous avons employé le dispositif représenté sur le schéma ci-contre :



LÉGENDE :

A Ampèremètre enregistreur.
V Voltmètre enregistreur.
α Batterie d'accumulateurs fournissant l'énergie aux servo-moteurs.
β Batterie d'accumulateurs fournissant l'énergie à la résistance ρ.
p Pile actionnant les relais *d* et *m*.
T Treuil.
D Servo-moteur électrique faisant descendre la lame du rhéostat liquide Rh et augmentant en conséquence l'énergie consommée dans ρ.
M Servo-moteur électrique faisant monter la lame du rhéostat Rh.
d Relai actionnant le moteur D.
m Relai actionnant le moteur M.
c Contre-poids.

Les corps thermo-électriques sont deux boules creuses de laiton noirci B et B' ; cette dernière est placée à l'ombre. Elle peut être réchauffée par une résistance de platine ρ placée à son intérieur. C'est l'énergie consommée dans cette résistance pour ramener l'égalité de température entre les boules qu'on mesurera. Les deux boules sont réunies par un tube dont la partie médiane est en verre et contient une goutte de mercure.

f, *g*, *h* sont des contacts en platine. Si les deux boules sont à la même température, la goutte de mercure qui est en contact permanent avec *g* ne touche ni *f*, ni *h* et l'appareil est en repos. Dans cette position, la source d'énergie constituée par la batterie d'accumulateurs β débite dans B′ la quantité de chaleur suffisante pour remplacer le rayonnement direct du soleil. Cette quantité d'énergie est mesurée par un ampèremètre A et un voltmètre V enregistreurs. Nous n'avons pu employer de wattmètre enregistreur parce que l'industrie ne fabrique pas d'instruments enregistreurs d'assez petites puissances et que, d'autre part, l'emploi d'instruments à miroir avec enregistrement photographique ne pouvait s'appliquer dans les circonstances où nous nous trouvions placés.

Imaginons qu'à un instant donné l'égalité de température soit rompue entre les boules (que B′ ne soit plus assez chaude), la goutte de mercure vient toucher *f*, fermant le circuit du relai *d* qui, à son tour, ferme le circuit du servo-moteur électrique D. Le treuil T se met à tourner, il manœuvre le rhéostat Rh de telle sorte que l'intensité du courant est augmentée dans la résistance ρ ; la manœuvre continue jusqu'à ce que, par suite de l'échauffement de l'air dans B′, la goutte de mercure soit repoussée et quitte le contact *f*, alors le relai *d* s'ouvre et le treuil s'arrête.

Que les servo-moteurs soient en mouvement ou en repos l'ampèremètre et le voltmètre n'en marquent pas moins la puissance consommée dans la résistance ρ et l'on peut voir qu'un dérangement quelconque du rhéostat est corrigé par l'appareil lui-même. En vérité, la capacité calorifique assez considérable des boules de laiton noirci fait que l'appareil dépasse sa position d'équilibre et est obligé de revenir ensuite en arrière. En effet pendant une élévation de la température de la boule B′ il faut, en plus des watts destinés à produire la chaleur perdue par rayonnement, fournir un certain nombre de watts destinés à produire la chaleur qui s'accumulera dans la boule B′. Un phénomène analogue, mais en sens inverse, se produit lors d'un abaissement de température : momentanément la boule B′ fournit un certain nombre de watts, de sorte que la puissance consommée dans ρ baisse plus qu'il ne faudrait. Ces particularités entraînent dans la courbe tracée un aspect dentelé qui d'ailleurs ne présente pas grand inconvénient car on remplace la courbe en question par une autre plus unie sans que cette « interpolation » entraîne d'erreurs inacceptables ; au contraire, la courbe « interpolée » est plus vraie que la courbe tracée.

Cet inconvénient, dont il ne faut pas exagérer la gravité, ne pourrait être supprimé que par une manœuvre extrêmement lente du rhéostat.

Lorsqu'on est en possession d'une courbe des volts et d'une courbe des ampères, on en trace à la main une troisième, celle des watts, dont les ordonnées sont le produit des ordonnées des deux premières : c'est l'intégrale de cette courbe qui donne la quantité d'énergie envoyée sous forme

de chaleur rayonnante par le soleil pendant une période donnée sur une surface donnée de terrain.

Cet appareil, qui n'est encore qu'à l'état d'appareil d'essai, est destiné à obtenir le dénominateur d'un rapport défini par Ernest Solvay, rapport qui mesure un rendement énergétique, le numérateur étant l'énergie fixée par la plante, énergie qui peut être évaluée par les chaleurs de combustion.

M. Charles HENRY

Directeur du Laboratoire de Physiologie des Sensations, à la Sorbonne.

PSYCHO-BIOLOGIE ET ÉNERGÉTIQUE
ESSAI SUR UN PRINCIPE DE MÉTHODES INTUITIVES DE CALCUL (*)

— 4 août —

Le point de départ de cette étude est une critique approfondie de la loi psycho-physique.

Pour l'acuité visuelle, dont dépend l'appréciation de la coïncidence de deux traits et pour le tact, il peut y avoir proportionnalité de la sensation avec l'excitant : dans ce cas, la représentation, c'est-à-dire la réaction sensitivo-motrice, est *objective* ; dans le domaine des autres sensations, la réaction sensitivo-motrice est une fonction complexe de l'excitant : elle est *subjective* et soumise à des lois dérivant de la loi logarithmique de Fechner. Notre science a pu se constituer en substituant aux représentations brutes, subjectives, des représentations objectives fondées sur la coïncidence de deux traits (**).

Mais ces déformations subjectives tiennent évidemment aux complexités de notre organisation. On peut imaginer une organisation adaptée, pour laquelle la proportionnalité de la représentation à l'excitant s'étendrait au domaine entier des représentations ; cette organisation doit même se réaliser dans les processus instinctifs, caractérisés par une sûreté et une objectivité remarquables. De là ce problème : Restituer le mécanisme et les lois d'une représentation objective de l'être vivant ou, si l'on veut, restituer les méthodes de l'instinct défini par l'objectivité des représentations.

Première partie : la Théorie. — En outre du principe de l'équivalence de l'énergie et du fait de l'inertie, j'applique à l'être vivant un principe de stabilité, énoncé par Ernest Solvay (***), et d'après lequel cet être tend à la moindre variation dans la dépense d'énergie. J'insiste sur diverses vérifi-

(*) Le mémoire complet est publié dans le *Bulletin de l'Institut général psychologique*, 1908.

(**) Voir notre communication au Congrès de Reims : *Psycho-physique, Energétique et Photométrie.*

(***) *Formules d'introduction à l'Énergétique*, p. 37.

cations expérimentales de ce principe. Puis je donne une forme mathématique à la proposition, classique en histologie, d'après laquelle chaque élément présente à l'état rudimentaire les manifestations énergétiques qui seront ultérieurement spécialisées par d'autres au cours de l'évolution dans des organisations complexes. La représentation est une manifestation énergétique au même titre que toutes les fonctions biologiques. Le problème est donc de déterminer les éléments les plus généraux et le mécanisme le plus simple d'un système représentateur. Comme il s'agit de représentations objectives, il est facile de spécialiser ensuite presque à l'infini ce premier système.

La notion d'énergie étant la plus générale, le problème se pose sous cette forme : Quel est le plus petit nombre de représentations énergétiques imposé à l'être vivant par la conservation de l'individu et quelles sont ces représentations ? L'analyse biologique en indique cinq : énergie utilisable, énergie potentielle, énergie fonctionnelle, travail moteur, travail résistant. Quant au mécanisme le plus simple de l'élément représentateur, il est indiqué par la théorie des mécanismes : cinq centres énergétiques, munis chacun d'un appendice indicateur, satisfont aux conditions du problème. J'appelle *psychone* l'ensemble de ces cinq éléments, *psychides* des centres conjugués deux à deux, *monide* le centre isolé. L'application du principe de la moindre énergie permet de préciser les situations respectives de ces centres et l'orientation des tracés. Réciproquement, la biologie nous permet de voir dans le psychone un fait esquissé par la cellule et approximativement réalisé par les organisations les plus diverses. Les appendices du psychone sont des instruments de locomotion et de stabilité : il résulte de là des conséquences très précises pour les lois des représentations objectives. Ces lois, d'après le principe de spécialisation qui dirige l'évolution, sont le résultat de l'association de nos psychones et de la spécialisation des représentations du psychone élémentaire par des psychones conjugués.

Nous distinguons, dans la spécialisation, *l'ordre* qui dépend de la *nature* et le *degré* qui dépend de la *complexité* des opérations.

Ce qui intéresse le plus l'être vivant, c'est que son énergie dure : la spécialisation qui se présente en premier lieu, comme essentielle, est donc la totalisation des variations d'énergies successivement représentées par le psychone élémentaire. Cette totalisation est à la fois successive et simultanée : elle constitue les premiers degrés de la spécialisation du premier ordre. L'analyse des représentations conduit à ce théorème utilisé en maints endroits du mémoire : *Les représentations successives des psychones conjugués sont des sommes ou des différences, les représentations simultanées des produits ou des quotients et réciproquement.* Il est possible de préciser ainsi l'expression mathématique des deux types antagoniste et concordant des représentations.

La spécialisation du troisième degré est l'analyse de l'énergie en ses éléments essentiels : espace, temps, masses. Tandis que la représentation de l'espace est indépendante de tout déplacement, la représentation du temps exige une translation rectiligne à cause de l'impossibilité pour une représentation finale (avenir) de jamais coïncider avec une représentation initiale (passé).

Le monide et le psychide ont respectivement pour formules dans la représentation des expressions qui conviennent, l'une à la masse dynamique ou électro-magnétique et l'autre à la masse statique ou matérielle et dont ils déduisent immédiatement les lois de Képler, Galilée, Newton, etc. Il est facile de préciser le nombre de psychones conjugués impliqués par chacune de ces spécialisations.

Jusqu'ici, dans la représentation élémentaire, nous n'avons considéré qu'un psychone élémentaire. Dans la représentation multiple, nous en considérons un nombre indéterminé : c'est le résultat d'une organisation déjà élevée, Le problème de la spécialisation du $n^{ième}$ degré est celui-ci : Parmi l'infinité des éléments rectilignes et circulaires dans lesquels sont décomposables les représentations de l'espace et du temps, rechercher les éléments *remarquables* impliqués par le principe de la moindre énergie. La notion capitale de *nombre remarquabte* est une déduction directe du principe. Par exemple, les cordes des sections simples de circonférence imposées au psychone par sa constitution, celles que les rayons des monides au cours de déplacement peuvent déterminer sur la circonférence d'un autre monide sont remarquables. Ces cordes mesurant l'écart de deux sens de déplacement, cette fonction de la représentation est désignée sous le nom de *contraste*. Les nombres de monides (circonférences et rayons) impliqués par les spécialisations successives et par les réactions successives ou simultanées des psychones élémentaires sont des nombres remarquables : cette fonction est le *rythme* ou la *mesure*, suivant qu'elle s'applique à la circonférence ou au rayon. Je précise les minima et les maxima de contraste et je traite, en application de cette théorie, un problème supposé impliqué par la construction des alvéoles des abeilles : *enfermer le maximum de miel dans le minimum de cire*, mais qui revient à déterminer, sur l'axe vertical du prisme hexagonal, la valeur remarquable impliquée par le champ de la représentation. On retrouve ainsi la formule et il devient improbable, pour une raison de plus, que les abeilles se soient posé un problème de maximum. Abordant les problèmes du rythme, je démontre que les nombres remarquables de l'espace sont des formes : 2^n, $2^n + 1$ (premier) et $2^n \times (2^n + 1)$ premier $\times (2^m + 1)$ premier $\times \ldots$ Ces nombres sont dits *rythmiques* et désignés par r. Il ressort de la représentation du temps que les nombres remarquables du temps sont tous les autres nombres : je les désigne par ρ et ils sont dits *non rythmiques*. Je désigne par

m la suite naturelle des nombres. Toutes les quantités physiques n'étant, dans la représentation, que des combinaisons de l'espace et du temps, nous avons des nombres remarquables de l'évolution de toutes les quantités physiques, exprimées par leurs équations de dimension.

La spécialisation du deuxième ordre s'adresse à la qualité de l'énergie.

Nous avons les nombres remarquables r et ρ pour toutes les quantités proportionnelles à l'espace et au temps, $\sum \frac{1}{r}$ et $\sum \frac{1}{\rho}$ pour ces quantités, dans le cas de variations faibles et décroissantes en valeurs absolues : ces nombres conviennent aussi respectivement à l'énergie potentielle et à l'énergie cinétique, aux énergies résistantes et aux énergies motrices, etc. Les différences $\sum_{o}^{\alpha} r - \sum_{o}^{\beta} \rho$ ou $\sum_{o}^{\alpha} \frac{1}{\rho} - \sum_{o}^{\beta} \frac{1}{r}$, nombres remarquables d'énergies cinétiques, ont donc une importance capitale dans la représentation d'un être dirigé par la tendance à la moindre dépense d'énergie. De là une transformation de l'évolution de toutes les quantités $\frac{r^m}{\rho^n}$ et $\frac{\rho^m}{r_n}$ en suites équivalentes, de formes Σ, et une possibilité de caractériser la qualité par un nombre équivalent à la dimension, mais de forme arithmétique ou algébrique différente.

Dans la représentation complexe, nous considérons le psychone résultant de la *liaison* d'un nombre indéterminé de psychones élémentaires : le psychone complexe est équivalent au nombre e, base des logarithmes népériens et l'on peut démontrer que son énergie est exclusivement intérieure. La loi psycho-physique de Fechner, la formule de la loi probabilités et le théorème de Bernoulli se déduisent de cette théorie.

Le problème le plus important de la spécialisation du deuxième ordre est la représentation du travail et de la chaleur. Du fait que la représentation du premier est successive et la représentation de la seconde simultanée (énergie rayonnante) et que les deux représentations sont équivalentes, il ressort que les nombres remarquables des travaux et des chaleurs équivalents sont donnés par le calcul de la fonction $\sum_{o}^{n} p = \mathrm{P}r$, n étant le nombre des nombres premiers p concourant à la somme qui est équivalente chaque fois au produit $\mathrm{P}\omega$, de N nombres premiers ω. Les quantités $\frac{\sum_{o}^{n} p}{n}$ sont les nombres remarquables de la température absolue (énergie moyenne de l'unité de volume), et les quantités $\frac{\mathrm{P}\omega}{\mathrm{N}}$, les nombres remarquables de la température de la masse : de là une étérhogénéité des températures, en dehors de celle qui a été signalée depuis longtemps par

Maxwell à propos de la lenteur de certains phénomènes d'équilibre chimique. J'établis l'équivalence de ces deux systèmes de quantités avec les dimensions d'une pression pour la température absolue, avec les dimensions d'un carré de vitesse pour la température de la masse. Je retrouve, dans la représentation, l'unité qui définit le degré de température absolue, c'est-à-dire le coefficient de dilatation des gaz parfaits $\alpha = \frac{1}{273}$. Appliquée à la température, la loi psychophysique conduit à un système de températures qui se déduit du principe de Carnot : ce principe ne s'applique donc qu'à des systèmes complexes ; d'autre part, le fait que la température absolue a les dimensions d'une pression, donne à ce principe un caractère concret et intuitif. En analysant la fonction $\sum_{o}^{n} p = P\omega$, on trouve les nombres remarquables de l'énergie interne (U), de l'entropie (S), du potentiel thermodynamique et, ce qui est plus intéressant, les nombres remarquables de la chaleur transformable dans les opérations irréversibles.

La construction des fonctions est l'objet de la spécialisation du troisième ordre. Du principe de la spécialisation dérive ce théorème fondamental (dans le cas où les fonctions sont des fonctions exclusives des variables) :

« Les valeurs remarquables des fonctions sont les associations des valeurs remarquables des variables dans le même sens ou en sens inverse, suivant le sens d'association, impliqué par la logique ou par l'expérience. »

La spécialisation du quatrième ordre substitue aux valeurs brutes des nombres remarquables des valeurs corrigées conformes au principe de la moindre énergie : elle est l'équivalent de la méthode des moindres carrés. L'opération α, c'est-à-dire la loi de groupement que l'on doit faire subir aux numéros d'ordre des nombres remarquables, constitue des degrés des spécialisations du deuxième et du troisième ordre : les lois de cette opération sont définies, et la proportionnalité, jamais vérifiée ou vérifiée dans des limites très restreintes, apparait comme une fonction limite, caractéristique, dans certains cas, d'une extrême complexité du milieu.

Seconde partie : les applications à quelques problèmes. — Les problèmes étudiés, à titre d'exemples de solutions intuitives, sont : 1° en *mécanique :* le problème balistique, la forme complète du pendule, le problème du jet d'eau soutenant un poids ; 2° en *physico-chimie*, l'équation de Van der Waals, la relation de la masse électro-magnétique avec la vitesse, la loi de Dulong et Petit, l'énoncé théorique de cette loi étant le suivant : les produits des logarithmes des poids atomiques par les chaleurs spécifiques de la masse sont un nombre constant ; 3° en *biologie*, les courbes de croissance en poids, la loi d'évolution des calories perdues en fonction de l'âge, la loi psycho-physique complète, diverses lois de sensibilité ; 4° en *sociologie*, les courbes de mortalité.

M. Camille DAUZÈRE

Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée (Agen).

DIVISION CELLULAIRE DES LIQUIDES ET DES SOLIDES

— 4 août —

L'échauffement d'un liquide s'effectue généralement par des courants de convection, produits par l'action de la source de chaleur placée sous le vase qui contient le liquide. Lorsque le liquide a la forme d'une couche horizontale de grande surface et de faible épaisseur, ces courants divisent la nappe en cellules prismatiques qui tendent à donner un réseau hexagonal régulier, lorsqu'il y a uniformité parfaite des conditions physiques dans un plan horizontal. Ce phénomène a été découvert et étudié par M. H. Bénard (*) qui a indiqué les méthodes expérimentales permettant de déceler la division cellulaire invisible à l'œil nu, et établi les lois quantitatives suivant lesquelles varient les dimensions des cellules.

J'ai eu l'idée de rechercher quel est le rôle de ces courants de convection et de cette division cellulaire dans la fusion et la solidification. J'ai opéré avec des matières organiques facilement fusibles, que M. Bénard signale comme étant les plus propres à l'observation de ces phénomènes, à savoir : les suifs, graisses, paraffines, cires, etc. J'ai publié les premiers résultats de cette étude dans une note parue il y a quelques mois (**). J'ai montré, dans cette note, que les cellules formées dans la nappe liquide persistent souvent après solidification, et que les faces latérales verticales des prismes constituent pour le solide des plans de facile rupture. Je me propose, dans cette communication, de faire connaître les résultats nouveaux que m'a donnés la continuation de ces recherches.

*
* *

L'appareil dont je me sers a comme partie essentielle une cuvette cylindrique en cuivre argentée à l'intérieur, de 12 centimètres de diamètre, profonde de 5 centimètres. Cette cuve est chauffée au bain-marie. Des vis calantes fixées à la cuvette, et reposant sur le rebord plan du bain-marie permettent de rendre horizontal, à l'aide d'un niveau, le fond plan de la cuvette. L'épaisseur des couches liquides expérimentées est mesurée avec

(*) Henri BÉNARD : *Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide. — Revue générale des Sciences*, 1900, p. 1261 et 1309.

(**) C. DAUZÈRE : *Recherches sur la solidification. — Journal de Physique*, 4e série, t. VI, p. 892, novembre 1907.

un sphéromètre. La température du bain de chauffage est indiquée par un thermomètre.

Dans cet appareil les cellules sont très régulières si l'épaisseur n'est pas très grande. On peut les mettre en évidence, d'après M. Bénard, en introduisant dans le liquide des poussières solides qui sont entraînées par les courants de convection; si ces poussières sont plus lourdes que le liquide, elles s'amassent en petits tas aux centres des cellules, sur le fond de la cuve, et ces petits tas sont disposés en quinconce.

On peut aussi, dans une chambre obscure, diriger dans la cuvette, dépourvue de poussières, un faisceau intense de rayons lumineux verticaux, que le fond argenté du vase réfléchit vers le plafond du laboratoire. La partie centrale de chaque cellule, forme à la surface libre, une sorte de miroir concave qui produit une convergence des rayons lumineux, comme l'a montré M. Bénard; la trace du faisceau réfléchi sur le plafond ou sur un écran horizontal est alors parsemée de taches brillantes rondes correspondant aux centres des cellules et par suite disposées en quinconce. En plaçant un appareil photographique sur le trajet du faisceau réfléchi, on obtient la photographie du phénomène *(fig. 1)*.

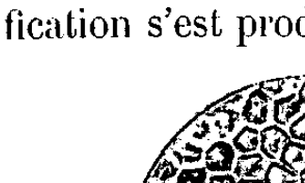
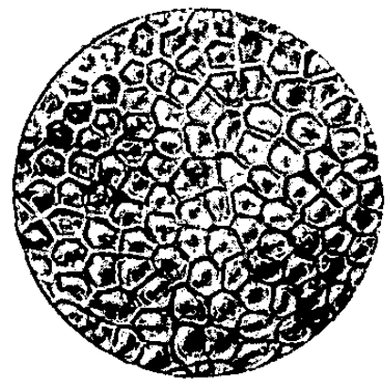


Fig. 1. — Photographie des centres des cellules.

Quand on laisse refroidir l'appareil, la solidification se produit au bout d'un certain temps; elle commence, en général, à la surface libre par le contour des cellules qui sont ainsi rendues visibles d'une manière frappante. La plaque solide obtenue après solidification complète reste le plus souvent divisée en prismes hexagonaux, qui sont quelquefois d'une netteté remarquable. A la surface libre, les hexagones possèdent un noyau pouvant revêtir diverses formes selon les conditions dans lesquelles la solidification s'est produite *(fig. 2 et 3)*.



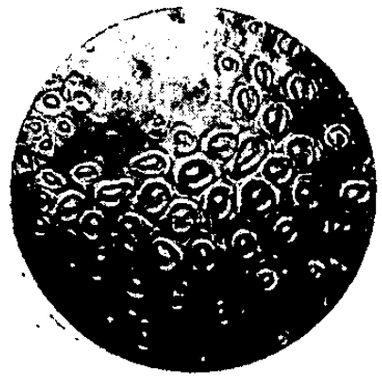


Fig. 2. — Cire blanche d'abeilles, plaque solide, épaisseur 3 millimètres. Le refroidissement s'est fait en abandonnant l'appareil à lui-même dans l'air du laboratoire dont la température est 16 degrés.

Fig. 3. — Cire blanche d'abeilles, plaque solide, épaisseur 3 millimètres. Le refroidissement s'est fait en ouvrant la fenêtre du laboratoire, de manière à laisser rentrer l'air froid du dehors, dont la température est voisine de 0 degré.

Les dimensions transversales moyennes des hexagones se mesurent, soit à l'état liquide sur la photographie, soit à l'état solide sur la plaque elle-

même. Pour cela, on mesure la distance des centres de deux cellules voisines, on répète cette mesure pour un grand nombre de cellules et on prend la moyenne de tous les nombres ainsi obtenus.

*
* *

Les résultats fournis par les mesures précédentes sont très comparables quand on opère le refroidissement du liquide toujours dans les mêmes conditions, par exemple, comme l'a fait M. Bénard, en chauffant l'appareil au voisinage de 100 degrés, et le laissant ensuite refroidir de lui-même lentement, la face supérieure de la couche liquide étant en contact libre avec l'air du laboratoire dont la température est comprise entre 15 et 20 degrés.

Dans ces conditions, j'ai obtenu les résultats suivants, pour une paraffine dure dont le point de fusion est voisin de 70 degrés :

Épaisseurs. e — millimètres.	Distance des centres de deux cellules voisines. λ — millimètres.	Rapport (*). $\frac{e}{\lambda}$ —
0,73	2,99	0,244
1,05	3,57	0,288
1,43	4,83	0,296
1,64	5,56	0,294
1,96	6,67	0,293
2,58	9,1	0,283

On voit que la proportionnalité entre les épaisseurs et les dimensions transversales des cellules, découverte par M. Bénard, se vérifie d'une façon assez satisfaisante. Il est intéressant de rapprocher ces nombres de ceux obtenus par M. Bénard par le spermaceti.

Épaisseurs. e — millimètres.	Rapport. $\frac{e}{\lambda}$ —
0,440	0,296
0,570	0,291
0,644	0,286
0,700	0,274
0,853	0,247

Il y a une concordance assez remarquable entre les deux tableaux, bien que la paraffine et le spermaceti soient des corps différents. On retrouve la même concordance quand on s'adresse à d'autres substances, comme le montrent les tableaux suivants :

(*) Notations de M. BÉNARD.

1° Cire blanche d'abeilles, point de fusion 62 degrés.

$\frac{e}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{\lambda}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{e}{\lambda}$ —
1,14	3,7	0,308
1,18	3,8	0,310
1,42	4,65	0,305
1,60	5,15	0,310
1,95	6,55	0,297
2,10	6,8	0,309
2,32	8	0,290
2,78	10,7	0,259

2° Cire de Carnauba, point de fusion 85 degrés.

$\frac{e}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{\lambda}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{e}{\lambda}$ —
1,86	5,68	0,310

3° Mélange de 10 parties de paraffine avec 90 de spermaceti.

$\frac{e}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{\lambda}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{e}{\lambda}$ —
1,54	5,52	0,279
1,96	6,64	0,304

4° Mélange de 62,5 parties de salol avec 37,5 de paraffine.

$\frac{e}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{\lambda}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{e}{\lambda}$ —
1,23	4,17	0,295
1,53	5,38	0,284
1,82	6,04	0,301
2,44	8,16	0,295

5° Mélange contenant 40 parties de salol, 60 de cire d'abeilles.

$\frac{e}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{\lambda}{\text{—}}$ millimètres.	$\frac{e}{\lambda}$ —
0,98	3,23	0,303
1,73	5,67	0,305

Le rapport $\frac{e}{\lambda}$ reste toujours voisin de 0,3, même quand on mélange la paraffine ou la cire avec une substance qui en diffère complètement à tous les points de vue comme le salol. Cette concordance conduit à énoncer la loi générale suivante :

Lorsque le refroidissement s'effectue dans des conditions invariables, les dimensions des cellules, pour les substances essayées, sont indépendantes de la nature des substances ; elles dépendent uniquement de l'épaisseur et de la température.

***

Les expériences précédentes ont été faites l'hiver dans une salle chauffée; les cellules, dans la plaque solide, ont le même aspect pour toutes les substances; cet aspect est donné par la figure 2; on y remarque un noyau ayant la forme d'une étoile à six branches dirigées vers les sommets de l'hexagone.

Si l'on change les conditions du refroidissement, la forme des noyaux change ainsi que les dimensions des cellules et le rapport $\frac{e}{\lambda}$. Par exemple, quand on ouvre la fenêtre du laboratoire, on laisse rentrer l'air froid du dehors, on observe alors des cellules plus grosses, d'aspect complètement différent : les noyaux ont la forme de cirques lunaires avec piton central comme on le voit dans la figure 3. Quant aux dimensions, elles sont les suivantes :

e	λ	$\frac{e}{\lambda}$
millimètres.	millimètres.	
1,75	7,88	0,222
2,14	10,3	0,208
2,50	13,3	0,180
2,84	13,98	0,203

Les valeurs du rapport $\frac{e}{\lambda}$ sont voisines de 0,2; elles sont notablement inférieures à celles de tout à l'heure, qui différaient peu de 0,3.

Au contraire, si on couvre la cuvette pendant le refroidissement avec une plaque de verre, et si on refroidit brusquement le bain jusqu'à une température supérieure de 2 à 3 degrés à la température de solidification, la couche d'air enfermée dans la cuvette n'a pas le temps de se refroidir beaucoup; au moment de la solidification, il y a peu de différence entre les températures des deux faces de la couche liquide. Dans ces conditions, on observe souvent que le refroidissement commence à la partie inférieure par le centre des cellules, la forme des noyaux est modifiée et les dimensions des cellules le sont également, ainsi que le montrent les nombres suivants :

e	λ	$\frac{e}{\lambda}$
2,07	5,20	0,398
2,14	5,87	0,365
4,53	5,68	0,798
9,30	8,59	0,924

Il semble donc que *le rapport* $\frac{e}{\lambda}$ *relatif aux cellules solides dépend de la différence de température qui existe entre les deux faces de la nappe liquide*

au moment où la solidification se produit. Lorsque cette différence augmente le rapport $\frac{e}{\lambda_0}$ *diminue.*

* * *

La division cellulaire du liquide ne persiste pas également bien dans toutes les substances après la solidification. On réussit très bien avec la paraffine, la cire, qui sont des mélanges. Pour les corps purs cristallisés, tels que l'acide stéarique, il ne subsiste, après solidification complète, presque aucune trace de la division cellulaire, très visible cependant au moment de la solidification ; quelquefois seulement de légères dépressions de la surface libre solidifiée marquent le centre des cellules. Au contraire, l'acide stéarique impur du commerce donne une division cellulaire très nette. Un échantillon de cire blanche ne donnait de même aucune division cellulaire persistante après la solidification ; en la mélangeant avec du salol, j'ai obtenu des cellules très apparentes et très régulières.

A quoi tient cette persistance des cellules pour certains mélanges ? Probablement à ce que les courants de convection transportent les parties les moins fusibles sur les parois des cellules, de manière que celles-ci se solidifiant les premières forment des cloisons solides isolant chaque cellule des voisines. Cette séparation se ferait par une sorte de centrifugation que l'on comprend facilement si l'on se reporte au schéma de la circulation du liquide donné par M. Bénard et reproduit ci-contre *(fig. 4)*. Dans un plan vertical passant par l'axe de chaque cellule, les trajectoires du liquide sont des courbes fermées qui s'enveloppent mutuellement, comme le montre la partie gauche de la figure. Des particules solides placées dans le liquide participent au mouvement de ce dernier. Quand elles sont déposées à la surface libre, elles sont poussées vers les parois et elles dessinent les contours des cellules sur cette surface ; quand elles sont déposées sur le fond, elles sont poussées vers l'axe où elles forment de petits tas, comme le montre la partie droite de la figure. La séparation des éléments du mélange s'effectue d'une manière analogue, au moment de la solidification. Suivant que celle-ci commence par le fond ou par la partie supérieure, on voit en effet les premières particules solides apparaitre sur l'axe ou sur les parois des cellules.

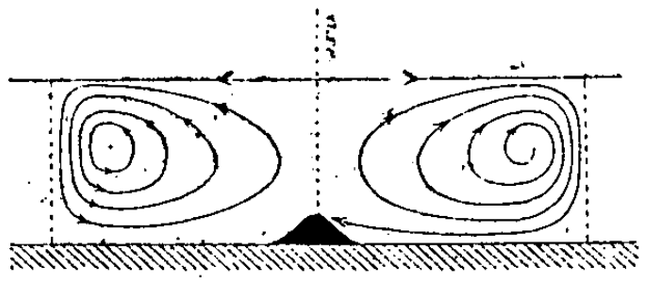


FIG. 4.

Cette séparation des éléments du mélange par les courants de convection est confirmée par les faits suivants :

1° L'aspect des cellules examinées par transparence montre un noyau et des parois opaques une zone intermédiaire translucide ;

2° Certaines substances essayées noircissent le revêtement en argent de la cuve; grâce à ce noircissement, les cellules se dessinent sur le fond de la cuve, les contours sont marqués en noir plus intense; les propriétés chimiques ne sont donc pas les mêmes au centre et sur les bords ;

3° Dans les mélanges de paraffine ou de cire et de salol, les cellules sont très apparentes après solidification de la paraffine ou de la cire ; lorsque la cristallisation du salol en surfusion s'effectue dans la masse, comme je l'ai expliqué ailleurs (*), elle progresse plus vite suivant l'axe et le long des parois que dans la zone intermédiaire.

*
* *

Les expériences que je viens de décrire ont trait à la solidification. Des phénomènes intéressants se rattachant à la division cellulaire s'observent également au moment de la fusion. Une couche cylindrique d'une matière solide étant placée dans un vase à fond plat chauffé par la partie inférieure, la fusion commence évidemment par le bas ; elle fournit une couche inférieure de matière fondue dont l'épaisseur augmente peu à peu aux dépens de la partie supérieure restée solide.

Dans cette couche liquide se produisent des courants de convection qui divisent la nappe en cellules prismatiques comme il a été dit. Ces cellules sont visibles dans la photographie ci-jointe *(fig. 5)* qui représente une couche de graisse en train de fondre. La graisse est contenue dans un cristallisoir en verre cylindrique placé sur la plaque d'un bain-marie bouillant devant un fond noir. La partie supérieure solide est blanche et opaque, la partie inférieure liquide est transparente; les contours de chaque cellule sont marqués par des particules de graisse solide détachées de la partie supérieure et entraînées par les courants descendants ; l'axe de chaque cellule est occupé par un courant ascendant de liquide chaud, lequel creuse la couche supérieure solide en forme de voûte dont le sommet est sur l'axe de la cellule.

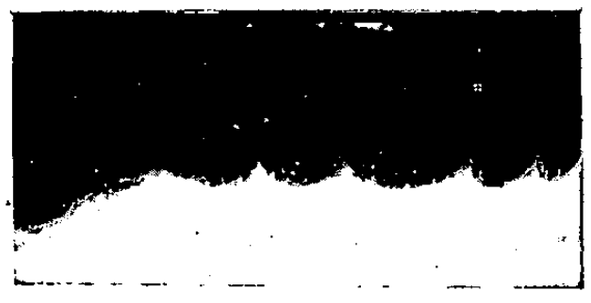


FIG. 5.

Il est clair que la fusion entame la surface libre par les sommets de ces voûtes ; on voit alors apparaître, sur cette surface, des trous ronds qui seraient identiques et disposés en quinconce, si la régularité des cellules était parfaite *(fig. 6)*. La formation de ces trous ronds disposés d'une façon plus ou moins régulière s'observe avec toutes les substances facilement fusibles précédemment énumérées pourvu que l'épaisseur soit suffisante pour que le régime cellulaire représenté par la figure 5, ait le temps de s'établir avant que la fusion ne soit complète.

(*) C. DAUZÈRE, *loc. cit.*

On peut mesurer, sur la photographie précédente, les distances des centres des trous, et arriver ainsi à une évaluation des dimensions transversales moyennes des cellules; mais l'épaisseur de la couche liquide dans laquelle elles se forment est mal définie, il n'est guère possible d'arriver à une loi précise. Néanmoins, on peut remarquer que les cellules dont il s'agit ici sont plus hautes que larges, à l'opposé de celles dont il a été question plus haut; cela tient probablement à ce fait que les températures des deux faces de la nappe liquide sont voisines de la température de fusion et par conséquent peu différentes entre elles.

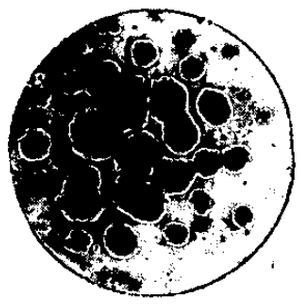


FIG. 6. — Cire blanche d'abeilles, épaisseur, 6 millimètres.

* * *

Les phénomènes que nous venons de décrire sont susceptibles d'applications diverses : il est possible qu'ils aient joué un rôle dans la formation des cirques lunaires ; ils fournissent une explication très claire de la production des *orgues basaltiques* et *pavés de géants*, ainsi que je l'ai établi dans une autre communication au présent Congrès (*); enfin ils peuvent jeter quelque lumière sur la constitution, encore si mal connue, des corps solides, ainsi que je l'ai indiqué dans une note antérieure (**).

M. A. COTTON

Maître de conférences à l'École Normale supérieure.

SUR LE DÉDOUBLEMENT DES CORPS INACTIFS PAR COMPENSATION OBTENUS PAR SYNTHÈSE CHIMIQUE. — ESSAIS D'EMPLOI DE LA LUMIÈRE POLARISÉE CIRCULAIREMENT.

— 8 août —

J'ai fait, il y a quelques années, des essais pour obtenir en utilisant de la lumière polarisée circulairement des liquides doués du pouvoir rotatoire, en partant de produits inactifs par compensation. Comme ces essais m'avaient donné un résultat négatif, je ne les avais pas publiés et je m'étais borné à donner une brève indication de la méthode que j'employais. Depuis, il a paru des travaux récents sur ce sujet, il y a même eu des recherches expérimentales : c'est pourquoi il n'est pas inutile d'indiquer aujourd'hui l'état actuel de la question.

Ce qui fait le principal intérêt des recherches de ce genre, c'est qu'elles

(*) Voir Section de Géologie.

(**) C. DAUZÈRE : *Recherches sur la solidification. Journal de physique*, 1900, p. 892.

sont liées à la question importante de l'origine de ces corps actifs qui jouent un si grand rôle dans les cellules des êtres vivants. Ces substances douées du pouvoir rotatoire peuvent-elles être obtenues par les procédés habituels de synthèse chimique? C'est une question qui a été très vivement discutée dans la dernière partie du siècle dernier et à laquelle différents savants répondaient dans des sens opposés. Je voudrais, dans la première partie de ce travail, montrer comment on peut y répondre aujourd'hui, à la suite de travaux importants, d'abord de Pasteur — dont les vues sont souvent présentées aujourd'hui d'une façon inexacte — puis de M. Jungfleisch et d'autres encore.

I

Quelles sont en premier lieu les propriétés de deux corps actifs *symétriques :* le corps droit, que j'appellerai A_+, et le corps gauche A_- ? L'un d'eux est identique à l'image de l'autre vu dans un miroir, et les éléments de symétrie dont la présence rendrait l'objet et l'image superposables, font défaut. Toutes les propriétés où l'absence de ces éléments de symétrie ne peut jouer aucun rôle, seront identiques pour les deux corps symétriques.

En particulier, ces deux corps, mis en présence d'un dissolvant inactif, se dissoudront exactement dans les mêmes proportions. Ce fait, qui est aujourd'hui hors de doute, n'a pas été admis sans conteste. Il y a en effet des substances pour lesquelles il existe plus de deux isomères actifs, et deux variétés isomériques d'un même corps peuvent avoir le même pouvoir rotatoire en valeur absolue mais avec des signes opposés, sans être pourtant symétriques l'une de l'autre (*).

En présence d'un corps *inactif* B avec lequel ils peuvent réagir, deux corps symétriques A_+ et A_- réagiront exactement de la même façon, et les produits formés A_+ B, A_- B seront, eux aussi, deux corps symétriques. Qu'arrivera-t-il maintenant si l'on met A_+ et A_- *en présence d'un corps doué lui-même du pouvoir rotatoire,* un corps gauche B_- par exemple?

S'il y a simplement dissolution, elle se fait de la même façon pour les deux (**). Il en est autrement s'il s'agit d'une combinaison, et on peut

(*) Ce cas est présenté notamment par l'acide camphorique. M. Jungfleisch, étudiant un acide camphorique inactif en solution, aqueuse trouvait que pendant que la solution se refroidissait, il se déposait d'abord de l'acide gauche, puis la température s'abaissant, de l'acide droit ayant le même pouvoir rotatoire à droite. Les recherches de M. Haller, de M. Jungfleisch lui-même, de Friedel ont donné la raison de ce fait important : Il existe deux acides camphoriques droits stéréoisomères, *cis* et *trans*, qu'on peut appeler α_+ et β_+ qui ont des propriétés différentes mais le même pouvoir rotatoire. Il existe de même les deux acides gauches α_- et β_- symétriques des précédents, puis les deux *racémiques* $\alpha_+\ \alpha_-$ et $\beta_+\ \beta_-$. L'acide inactif étudié par M. Jungfleisch est distinct de ces deux derniers, c'est un acide *mésocamphorique* $\alpha_+\ \beta_-$ formé de deux parties qui ne sont pas symétriques l'une de l'autre. On connait enfin l'autre acide mésocamphorique inactif $\alpha_-\ \beta_+$ dont les deux constituants sont respectivement symétriques des précédents, mais ne sont pas symétriques l'un de l'autre. Voir Friedel *C. R.* t. CVIII, p, 978 ; 1889 et Haller 2e *Suppl. Diction. Würtz*, p. 876.

(**) Jones : *Proc. Cambridge Phil. Society,* t. XIV, p. 27 : 1907. — Nous dirons un mot tout à l'heure du cas de certains tartrates doubles.

même ainsi, il est bon de le noter ainsi en passant, distinguer dans certains cas une *dissolution* d'une *réaction* chimique changeant les molécules en présence. Les deux composés $A_+ B_-$ et $A_- B_-$ que l'on peut s'attendre à voir se former ne sont plus, en effet, deux corps symétriques l'un de l'autre ; ils peuvent différer tout à fait par leur aspect, leur solubilité, leur stabilité, etc., et il n'y a aucune raison qui permette d'affirmer *a priori* qu'ils se formeront dans les mêmes proportions, ou même qu'ils se formeront tous deux. C'est ainsi qu'on n'obtient pas du tout deux corps symétriques en combinant les deux acides tartriques droit et gauche avec une même base active, la quinine lévogyre (Pasteur). Le symétrique du tartrate de quinine ordinaire $A_+ B_-$ obtenu, avec l'acide tartrique du raisin serait, en effet, le tartrate $A_- B_+$ qu'on pourrait préparer avec l'acide gauche et la quinine dextrogyre, si on possédait cette dernière substance.

On connait maintenant de nombreux exemples de cas où deux corps symétriques se comportent différemment vis-à-vis d'un même corps actif. On comprend alors pourquoi M. Jungfleisch a pu récemment (*) intituler une Note de la façon suivante : *L'acide tartrique droit et l'acide tartrique gauche ne se conduisent pas semblablement dans les réactions*. C'est qu'il convient d'ajouter ces mots : *où il intervient un autre corps actif*. Dans l'exemple actuel, il s'agit, en effet, des deux lactates de quinine : eux non plus ne sont pas deux corps symétriques, et il ne faut s'étonner en aucune façon de leur trouver des solubilités différentes, de les voir se « racémiser » très inégalement en présence de la baryte. Au contraire, les deux acides lactiques eux-mêmes, ou leurs deux sels de zinc, sont des corps symétriques et ne diffèrent que par leur action sur la lumière polarisée (**).

Ces propriétés des corps actifs symétriques étant précisées, examinons les produits de synthèse. Si les corps dont on est parti et si tous ceux que l'on a fait intervenir sont des corps inactifs, les réactions ne peuvent favoriser l'un ou l'autre des deux corps symétriques qui peuvent se former : on obtient des produits tout à fait dépourvus de pouvoir rotatoire, comme l'avait annoncé Pasteur. Qu'y a t-il dans ces produits inactifs? Sur ce point, Pasteur s'était trompé. En généralisant probablement ses résultats relatifs à l'acide tartrique, (pour lequel il existe un isomère inactif par nature et non dédoublable, distinct du racémique ou du simple mélange des deux acides droit et gauche) il a cru pendant longtemps que, dans les réactions synthétiques, il devait se former un corps inactif non dédoublable. Lorsqu'on annonça qu'on pouvait obtenir de l'acide racémique à partir de l'acide succinique, il se demanda si ce dernier acide était bien réellement tout à fait un corps inactif et non dédoublable, tellement il lui

(*) JUNGFLEISCH : *C. R.*, t. CXXXIX, p. 203 ; 18 juillet 1904.
(**) JUNGFLEISCH et GODCHOT : *C. R.*, t. CXLII, p. 516 ; février 1906.

paraissait difficile d'admettre qu'on puisse obtenir par synthèse même un corps inactif dédoublable. M. Jungfleisch, ayant repris avec grand soin cette synthèse de l'acide racémique, en opérant sur des quantités de matières assez grandes pour qu'on pût faire les vérifications nécessaires, montra que sur ce point l'opinion de Pasteur était inexacte : on peut, en utilisant uniquement des produits inactifs, obtenir par synthèse un racémique. Rien n'empêche d'admettre, *a priori*, en effet, cette formation. Le seul fait qui serait contraire aux remarques rappelées plus haut, serait qu'on obtienne de l'acide tartrique droit par exemple, sans qu'il se forme, en même temps, une quantité rigoureusement équivalente d'acide gauche.

De l'acide racémique, il est facile de retirer, par différents procédés, de l'acide droit et de l'acide gauche. En faut-il conclure que l'on a aussi fait la synthèse de ces deux acides isolés? Examinons les procédés qui permettent aujourd'hui d'effectuer cette séparation. On peut 1° faire avec une base active des sels de l'acide synthétique et profiter des différences signalées plus haut ; 2° faire végéter des moisissures attaquant inégalement les deux isomères ; 3° profiter de ce que le racémate double de sodium et d'ammonium par exemple peut se dédoubler en deux tartrates inverses si la température est inférieure à 28 degrés environ : on mettra alors dans la solution sursaturée des germes cristallins des deux tartrates (Gernez) (*), ou bien on abandonnera simplement la solution à elle-même, auquel cas les cristaux des deux tartrates se déposeront mélangés et devront ensuite être triés, comme le faisait Pasteur, en examinant les facettes hémiédriques qui permettent alors de les distinguer.

De ces trois procédés, les deux premiers supposent évidemment que l'on posséde déjà un ou plusieurs corps actifs. Quant au troisième, les recherches ultérieures de Bichat (**) ont montré que ce dédoublement par cristallisation en apparence *spontané* du racémate de soude et d'ammoniaque ne s'effectue plus alors même que la température reste inférieur à 28 degrés, lorsque la solution est maintenue à l'abri des poussières de l'air (ce sont les poussières cristallines qui semblent jouer un rôle). Il ne se forme plus alors que des cristaux de racémate, qui sont bien distincts comme l'a montré M. Wyrouboff (***), des cristaux des tartrates.

(*) Il faut signaler ici un fait très curieux observé par M. JUNGFLEISCH. En mettant ainsi dans la même liqueur les deux sortes de germes, il a observé que le paquet des cristaux droits est au début systématiquement plus lourd que celui des gauches, et qu'au bout de quelque temps, la liqueur mère est faiblement lévogyre (*Bull. Soc. chim.* t. XLI, p. 222 ; 1884). Comme l'a remarqué PASTEUR dans sa discussion avec JUNGFLEISCH (*id.*, p. 247), on ne peut conclure de là à une différence de solubilités mais l'écart systématique constaté reste inexpliqué : on peut se demander, dans le cas où les germes employés ne présentaient eux non plus aucune différence systématique, et avaient des faces de même étendue, si les poussières qui interviennent lors de la séparation des deux tartrates (voir plus loin) ne jouaient pas un rôle. Par exemple, dans ces poussières, il pourrait se trouver des petits fragments de tartrate droit ordinaire.

(**) Voir BICHAT, *C. R.*, t. CII, p. 428. — JOUBERT *id.*, p. 507. — WYROUBOFF, *id.*, p. 627. — BICHAT, *id.*, p. 766 ; 1886.

(***) WYROUBOFF : *Bull. Soc. Chim.* t. XLV, p. 59 ; 1886.

On ne peut donc obtenir, séparés, les deux corps symétriques en partant des produits de synthèse que si l'on possède déjà, au moins, un corps actif. On comprend, maintenant, pourquoi Pasteur ne considérait pas la question comme résolue par les expériences de M. Jungfleisch. Pour celui-ci, la question de la séparation des deux acides actifs était secondaire :

Le chimiste, disait-il, peut reproduire ces corps actifs, dût-il obtenir à la fois les deux isomères différant par le signe de leur activité optique.

Pour Pasteur, au contraire, le problème qui restait à résoudre consistait à les obtenir isolés, sans faire intervenir les poussières de l'air, et sans utiliser d'autres corps actifs qu'il aurait fallu reproduire eux aussi.

*
* *

Il ne faudrait pas croire cependant que Pasteur estimait que ce problème était insoluble, et qu'il pensait qu'on ne pouvait pas, en dernière analyse, obtenir ces corps actifs hors de la présence d'êtres vivants. On a souvent, et récemment encore, attribué à tort à Pasteur cette opinion. M. Byk, par exemple, dans un travail sur lequel je reviendrai bientôt parle du point de vue « vitaliste » où se plaçait Pasteur. Il cite la phrase suivante de sa conférence de 1860 sur la dissymétrie moléculaire :

La dissymétrie est ce caractère important qui peut-être forme la seule séparation bien délimitée qu'on peut établir aujourd'hui entre la chimie de la nature morte et celle de la nature vivante.

sans prendre garde que le mot *aujourd'hui* avait un sens restrictif. En réalité l'opinion de Pasteur, toute différente, se trouve exprimée de la façon la plus nette possible, au cours de sa discussion avec M. Jungfleisch :

Non seulement, disait-il, je n'ai pas posé comme absolue l'existence d'une barrière entre les produits du laboratoire et ceux de la vie, mais, le premier, j'ai prouvé que ce n'était qu'une barrière de fait, et indiqué les procédés généraux pour la franchir, à savoir qu'il fallait recourir à des actions de dissymétrie, ce que vous ne faites jamais dans les laboratoires (*Bull. soc. Ch.*, t. XLI, p. 219; 1884).

Quelles peuvent être ces actions de dissymétrie que l'on peut employer pour appliquer cette vue de Pasteur, pour obtenir un corps actif sans faire appel, même indirectement, aux produits de la vie ; c'est ce que je vais maintenant examiner.

II

D'après ce que nous avons vu, il faut nécessairement, pour arriver au résultat cherché, renoncer à utiliser seulement les procédés de la chimie pure, il faudra faire intervenir des agents physiques. On en a proposé, et même parfois essayé, un assez grand nombre. Par exemple, Pasteur, lui-même, a essayé de placer des liquides dans un tube animé d'un mouvement rapide de rotation (*); il a aussi proposé l'emploi du magnétisme.

(*) Le laboratoire de physique de l'École Normale possède encore l'appareil que PASTEUR avait fait construire dans ce but par FROMENT en 1859.

On trouvera dans un mémoire récent de M. Byk (*), des indications sur la plupart des solutions proposées et un examen critique qui aurait pu être considérablement simplifié, si M. Byk avait connu le travail de P. Curie sur la symétrie (**). Dans ce travail, Curie a, en effet, remarqué que l'ensemble des agents physiques employé doit posséder cette dissymétrie énantiomorphe, qui caractérise les corps actifs ; il faut qu'ils ne soient pas superposables à leur image vue dans un miroir. Cette seule remarque suffit pour réduire considérablement le nombre des agents physiques que l'on peut se proposer d'employer. C'est ainsi qu'on ne peut pas espérer obtenir un liquide actif en produisant un mouvement de rotation ou en utilisant un champ magnétique (***) : La symétrie, dans les deux cas, est celle d'un cylindre tournant; or, un cylindre tournant est superposable à son image vue dans un miroir orienté normalement à l'axe du cylindre. Curie remarquait qu'il faudrait, par exemple, superposer au champ magnétique, un champ électrostatique pour se placer dans les conditions de symétrie exigées.

J'ajouterai, — ce qui restreint encore le choix — que c'est l'ensemble des agents physiques *intervenant effectivement* qui doit réaliser ces conditins : Il est bien évident qu'il sera tout à fait inutile d'employer un agent qui ne devrait jouer aucun rôle, qui se comporterait comme de fausses fenêtres dessinées après coup, qui ne changent qu'en apparence les conditions de symétrie. Or, si l'on examine les agents physiques qui peuvent intervenir dans les réactions chimiques, ou produire de ces réactions (la chaleur, la lumière, le courant électrique ou l'étincelle, les rayons X, cathodiques, etc.), on trouve qu'un seul d'entre eux semble, actuellement, répondre aux deux conditions d'intervenir nettement dans les réactions chimiques, et d'avoir la dissymétrie requise : c'est la lumière, pourvu qu'elle soit polarisée circulairement.

Le Bel et Van t'Hoff ont proposé tous deux, indépendamment l'un de l'autre, d'essayer d'obtenir des corps actifs en produisant par de la lumière polarisée circulairement, des réactions chimiques capables de produire des corps actifs. Ce projet a été mis à exécution tout dernièrement par M. Freundler (****). Il a exposé pendant plus de quatre cents heures, à l'action d'un rayon polarisé circulairement à droite, une solution inactive d'acétal amylique *r*, de l'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque dans l'alcool amy-

(*) BYK : *Zur Frage der Spaltbarkeit von Razemverbindungen durch zirkularpolarisiertes Licht. — Ein Beitrag zur primären Eustchung optisch aktiver Substanz. (Zeits. für physik Chemie,* t. XLIX, p. 641 ; 1904).

(**) P. CURIE : *Journal de physique,* t. III, p. 403 ; 1894.

(***) Nous avons précisément, M. Mouton et moi, réussi à fixer le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique dans certains colloïdes renfermant du fer. (*Ann. de Ch. et de Ph.*, juillet 1907). Les substances obtenues retirées de l'électro-aimant continuent à agir sur la lumière polarisée, mais ce pouvoir rotatoire résiduel change de signe quand on retourne face, pour face, la cuve renfermant la substance étudiée.

(****) FREUNDLER : *Bulletin Soc. Chim.* (4), t. I, p. 657 ; juin 1907.

lique r. Dans ces conditions, ainsi que l'a montré Ciamician, une partie de l'acétal se transforme en nitrosobenzoate d'amyle, mais le produit de la transformation, aussi bien que l'alcool amylique régénéré, n'ont montré aucune activité optique sensible,

Le procédé que j'ai proposé moi-même (*) pour l'utilisation de la lumière polarisée circulairement est distinct du précédent : au lieu de faire intervenir la lumière pendant les réactions synthétiques elles-mêmes pouvant donner naissance au corps actif, j'ai cherché à l'utiliser pour *détruire* l'un des corps symétriques que fournissent, à la fois, les procédés de synthèse chimique. En changeant le sens du rayon de lumière polarisé circulairement, on aurait, ici encore, à volonté, l'un ou l'autre des deux isomères.

Je vais donner quelques détails sur les essais que j'ai faits dans cette direction, en me proposant surtout de montrer comment diverses raisons, dont je me suis aperçu après coup, expliquent le résultat négatif obtenu. Parmi les expériences que j'ai faites (**), je m'arrêterai à celles qui ont eu pour objet l'étude des solutions alcalines de racémate de cuivre. Voici pour quelles raisons j'ai poursuivi tout particulièrement les essais avec ces solutions. Admettons — je reviendrai tout à l'heure sur ce point — que ces deux solutions soient formées, au moins partiellement, par un mélange des deux tartrates droit et gauche de cuivre en solution dans la liqueur alcaline. Ces deux tartrates en solution présentent nettement, avec un pouvoir rotatoire spécifique très grand, le dichroïsme circulaire, c'est-à-dire que chacun d'eux absorbe inégalement un rayon droit et un rayon gauche, et, en outre, s'altèrent assez vite à la lumière solaire directe en laissant déposer du sous-oxyde de cuivre. Il semble donc qu'on est dans les meilleures conditions pour effectuer le dédoublement cherché, puisqu'on a une raison de plus pour admettre que les deux tartrates se décomposent inégalement sous l'action d'un rayon de sens déterminé.

J'avais naturellement pris la précaution de vérifier la complète inactivité optique, non seulement de l'acide racémique qui m'avait servi à préparer le racémate de cuivre, mais encore de ce racémate lui-même, dissous et renfermé dans les cuves qui allaient servir aux essais.

J'avais réalisé un polarimètre à pénombre pour la lumière bleue, avec

(*) Cotton : *Annales de Ch. et de Ph.* (7), t. VIII, p. 373 ; 1896.

(**) Je me bornerai à signaler d'autres essais où j'attaquais par la lumière circulaire de l'acide racémique additionné de chlorure ferrique, et d'autres aussi où je comparais les actions chimiques de deux faisceaux égaux, polarisés circulairement en sens inverse, sur des tartrates de cuivre alcalins additionnés de nitrate d'argent ammoniacal, ou sur des plaques sensibles imprégnées de liquides possédant le dichroïsme circulaire. Ces dernières expériences sont délicates : il faut que l'appareil soit bien symétrique, il faut s'assurer que la substance dichroïque ajoutée joue bien le rôle de sensibilisateur et non celui d'écran absorbant ; il faut enfin quand les substances sensibles sont prises à l'état solide, que la couche sensible soit choisie convenablement, soit assez mince, par exemple, pour que la lumière circulaire dont on veut étudier l'action ne soit pas dépolarisée dans les parties profondes. Ces critiques s'adressent également à des expériences analogues qu'a essayées M. Byk *(loc. cit.)* et dont le résultat a été négatif.

lame demi-onde pour cette couleur, destiné non seulement à fair cette vérification indispensable, mais à examiner le liquide après l'action de la lumière. Ce liquide bleu était obtenu en dissolvant dans 100 centimètres cubes d'eau distillée, 1 gramme d'alcali caustique (0,5 KOH et 0,5 NaOH) et 1 gramme de racémate de cuivre cristallisé. J'en ai rempli deux cuves de 1 centimètre cube d'épaisseur ; l'une d'elles a été exposée à la lumière circulaire droite, l'autre à la lumière gauche.

Des essais antérieurs m'avaient montré que pour que ce liquide manifestât un commencement de réduction, il fallait plusieurs jours d'exposition à la lumière réfléchie par un héliostat et polarisée par un nicol, tandis que, dans un flacon placé sur une fenêtre au midi, la décomposition est bien plus rapide, probablement parce que la température s'élève alors notablement.

J'ai donc dû disposer l'expérience de façon que, pendant plusieurs semaines, en profitant de tous les beaux jours, les deux cuves fussent exposées simultanément aux rayons solaires polarisés circulairement à droite et à gauche (à l'aide de nicols et de parallélipipèdes de Fresnel). Après quelques essais avec un héliostat, j'ai trouvé bien préférable de placer chaque appareil, formé par le polariseur et la cuve, dans une petite boîte de bois noircie intérieurement et montée équatorialement sur la fourche d'un héliostat de Gambey, dont le miroir était enlevé. On supprime ainsi en grande partie les défauts de l'héliostat : il suffit, comme seul réglage, d'agir de temps en temps sur le cercle d'inclinaison de l'instrument qu'on mettait aussitôt en place, lorsque le soleil brillait, en le posant sur des crapaudines fixes.

Les deux instruments ont ainsi fonctionné du 10 juin au 23 juillet 1897. J'avais d'abord espéré examiner au polarimètre les cuves renfermant les liquides pendant que la décomposition faisait des progrès ; malheureusement, une circonstance accessoire m'en a empêché : Les glaces servant à fermer les cuves, qui étaient simplement pressées sur les faces bien travaillées, sans employer de colle, ont pris peu à peu une trempe assez marquée pour qu'on ne pût rien conclure de certain sur les propriétés des liquides emprisonnés. J'ai donc dû attendre que la décomposition fût marquée, démonter alors les cuves et recueillir les liquides pour les examiner dans des tubes polarimétriques convenables. Ces liquides avaient déposé et changé de couleur : de bleus qu'ils étaient, ils étaient devenus verdâtres. J'ai du modifier, pour faire l'examen, le polarimètre : celui-ci n'a indiqué aucune activité sensible, à une minute près.

Je crois que diverses raisons expliquent ce résultat négatif, et qu'il conviendrait de modifier l'expérience pour la reprendre avec plus de chances de succès. D'abord la concentration de la solution dont je me servais était trop grande. Je savais bien que cette solution renfermait, non seulement un mélange des deux tartrates, mais de racémate non dissocié. J'avais en effet, signalé moi-même que la coloration de la solution est d'un bleu plus foncé que celle d'une solution de tartrate au même titre, Mais depuis, M. Byk, qui a repris cette comparaison, a trouvé que la différence de coloration diminue de plus en plus quand on dilue les

liquides. Il conviendrait donc d'opérer avec des concentrations plus faibles pour qu'une proportion notable des tartrates existe à l'état de simple mélange.

D'autre part, dans des essais ultérieurs, j'ai comparé l'altération à la lumière des solutions de racémate et de tartrate droit. La réduction et le dépôt d'oxyde se manifestent toujours d'abord pour le tartrate, tandis que le racémate plus stable (ce qui n'a rien de surprenant) ne se décompose que moins vite. Il serait donc très utile de pouvoir effectivement étudier les liquides pendant que la décomposition fait des progrès, en s'arrangeant de façon que chaque liquide puisse être examiné dans un tube assez long, pour reprendre ensuite sa place dans la cuve à décomposition où il doit être éclairé tout entier et sans que l'épaisseur soit trop grande.

Enfin, il faudrait, avant de reprendre les expériences, préciser la nature des radiations qui produisent la décomposition. Je pensais que c'étaient les rayons peu réfrangibles absorbés par ces liqueurs, car j'avais observé que la décomposition se faisait facilement dans des flacons de verre jaune ou brun. Peut-être avais-je été trompé par l'influence de l'élévation de température. M. Byk a étudié, à ce point de vue, non pas des solutions mêmes des tartrates de cuivre, mais la liqueur de Fehling qui en contient comme on le sait. Parmi les formules de préparation de ce réactif, il en a choisi une qui donne un liquide particulièrement altérable et a exposé ce liquide à la lumière sous différents écrans colorés. Il a trouvé que c'étaient les rayons ultra-violets qui agissaient sur cette liqueur, qui les absorbe d'ailleurs sensiblement. Si ce fait est vrai également pour les solutions que j'employais, il faudrait en tenir compte dans les expériences : on pourrait probablement employer une source artificielle comme l'arc au mercure, ce qui rendrait les essais beaucoup plus faciles. Il conviendrait de rechercher directement si, comme il est probable, et comme M. Byk l'admet, le dichroïsme circulaire existe encore pour ces rayons ultra-violets.

Tant que ces essais n'auront pas été faits, je ne pourrai admettre l'opinion émise par M. Byk dans le travail auquel j'ai déjà renvoyé. M. Byk estime que le procédé que j'ai indiqué doit *nécessairement* conduire au résultat cherché, et qu'un échec indique simplement que le polarimètre employé n'était pas assez sensible. Sans entrer dans le détail du raisonnement qui conduit M. Byk à cette conclusion, je me bornerai à signaler qu'une autre de ses hypothèses ne me paraît pas certaine du tout, et qu'en tout cas, son exactitude n'est pas expérimentalement démontrée : Il suppose que les maxima d'absorption des rayons droit et gauche dans une solution dichroïque de tartrate ne sont pas à la même place dans le spectre (*). Je ne crois donc pas qu'il soit permis actuellement d'affirmer

(*) Cette question mériterait d'être étudiée directement par l'étude spectrophotométrique des spectres d'absorption. On pourrait examiner le cas des tartrates doubles renfermant des terres rares ayant des *raies* d'absorption.

qu'un faisceau de lumière polarisée circulairement décompose inégalement le tartrate droit et le tartrate gauche de cuivre en solution alcaline, surtout lorsque ces deux liquides ne sont pas placés dans deux cuves séparées, mais mélangés. A ce titre, de telles expériences pourraient fournir des renseignements sur la façon dont la lumière produit ces décompositions chimiques, en même temps qu'une réponse à la question qui fait l'objet de ce travail, Elles seraient certainement facilitées si l'on possédait des corps à la fois plus sensibles à la lumière et possédant à un plus haut degré, le dichroïsme circulaire. Mc. Dowell (*Physical Review*, mars 1905) a bien signalé quelques liquides nouveaux possédant cette propriété, mais ils ne paraissent pas plus avantageux que ceux dont je me servais pour les expériences en question.

III

Revenons, pour terminer, à la question de la présence des corps actifs à la surface de la terre. Supposons que des expériences, comme celles dont nous venons de parler, aient réussi. On pourrait en conclure qu'à la surface de notre globe il a pu se former des corps actifs sans l'intervention d'êtres vivants, par quelque procédé *analogue* à celui qu'on a employé dans le laboratoire, Mais il faudrait se méfier de la tendance toute naturelle que l'on aurait à supposer que c'est ce procédé *lui-même* qui est intervenu.

Sans doute, M. Byk ne se fait pas d'illusions sur ce point lorsqu'il cherche — non sans peine (*) — à établir qu'il doit exister sur la terre un léger excès de lumière polarisée circulairement dans un sens déterminé. Il est bien certain que les choses ont pu se passer tout autrement. De même, il est bien évident que les synthèses, par exemple, de l'alcool, des matières sucrées etc., ne fournissent aucun renseignement certain sur la façon dont ces corps ont apparu pour la première fois.

Le problème — tout à fait distinct de celui que j'ai envisagé précédemment — de la formation des premiers corps actifs à la surface de la terre, se simplifierait peut-être, et pourrait recevoir des solutions acceptables, si l'on connaissait mieux la façon dont ces corps se forment aujourd'hui sous nos yeux. Considérons, par exemple, l'action chlorophyllienne : M. Byk a raison d'insister sur son importance. Nous voyons de l'amidon se former en présence de la lumière, du carbone étant retiré du gaz carbonique de l'air. Voilà une réaction très importante où il se forme un corps actif (**). Eh bien, nos connaissances sur ce sujet sont encore insuffisantes : sait-on par exemple, si la chlorophylle (purifiée bien entendu)

(*) Il fait intervenir des causes telles que la polarisation elliptique par réflexion à la surface des liquides, et la rotation du plan de polarisation produite par le champ magnétique terrestre.

(**) Ce n'est pas la seule : Il y a des champignons, des bactéries, que l'on peut, paraît-il, cultiver à l'obscurité sur des milieux artificiels inactifs.

a le pouvoir rotatoire ou non ? Je vois que M. Byk s'en sert dans une expérience (*loc. cit.* p. 652 et 676) en admettant que c'est un corps actif. Je serais très curieux de savoir s'il l'a vérifié directement : j'en ai examiné moi-même autrefois des solutions (*) et, ne leur ai trouvé aucune activité sensible avec les moyens dont je disposais. Il serait très important d'être fixé sur ce point d'un façon certaine, et, d'une façon générale, de mieux connaître ces réactions où il se forme sous nos yeux des produits actifs.

Il restera toujours à se demander si les choses se sont passées autrefois comme aujourd'hui. Il est possible, par exemple, qu'une substance active, jouant, par la suite, le rôle d'un *catalysur dissymétrique*, ait pu se former par un procédé tout différent des procédés actuels, par exemple, sous l'influence d'une action physique dissymétrique. Cette action physique, quelle qu'elle soit, doit avoir exercé son action dans le même sens en tous les points de la terre : autrement, on ne comprendrait pas pourquoi, en certains points du globe, on ne constaterait pas la présence dans des êtres vivants des corps actifs symétriques des corps usuels, pourquoi on ne verrait nulle part le suc de la betterave renfermer du saccharose lévogyre, les raisins, (**) de l'acide tartrique gauche, et même, pour pousser les choses à l'extrême, l'urine des diabétiques faire tourner à gauche le plan de polarisation de la lumière. Car il n'y a aucune impossibilité à admettre, dans des êtres vivants, la présence *simultanée* de *tous* les produits actifs symétriques de ceux qui nous sont familiers.

M. Camille DAUZÈRE

SURFUSION DANS DES MÉLANGES SOLIDES

— 4 août —

Quand une substance susceptible d'être surfondue est dissoute dans une autre matière qui se solidifie à une température supérieure au point de fusion de la première, la surfusion, loin d'être empêchée, est, au contraire, favorisée par la dissémination du liquide au sein d'une matière étrangère solide. C'est ce que j'ai établi dans une note déjà publiée (***). J'ai montré que la cristallisation du salol surfondu emprisonné dans la cire solide

(*) Préparées en traitant par l'alcool des feuilles d'épinard séchées à l'étuve. M. Byk traite par l'alcool des feuilles de lierre.

(**) Il est utile de rappeler ici la présence accidentelle de l'acide racémique dans certains tartres bruts signalée par Kestner à l'Académie des Sciences (Déc. 1852) et les efforts de Pasteur (Voir *La Vie de Pasteur*, par Vallery-Radot, p. 78) pour éclaircir les raisons de cette singulière formation, encore inexpliquée aujourd'hui.

(***) C. Dauzère : *Recherches sur la solidification. Journal de Physique*, 4e série, t. VI, 1900, p. 892.

s'effectue au contact d'une parcelle de salol cristallisé. La partie cristallisée à un moment donné forme sur la surface libre une tache blanche opaque circulaire, ayant pour centre le point où l'on a déposé le germe cristallin. Le rayon de cette tache grandit peu à peu et l'on peut mesurer facilement la vitesse de cristallisation. S'il y a deux centres de cristallisation, les taches circulaires provenant de chacun d'eux finissent par se rencontrer et leurs intersections successives dessinent une ligne droite ou une hyperbole, selon que les germes ont été déposés au même instant ou à des instants différents. Ces lignes d'intersection se gravent en creux sur la surface, lorsque la richesse en salol est suffisante. On peut ainsi dessiner les figures les plus diverses, en semant convenablement plusieurs germes. Par exemple, lorsque les centres de cristallisation sont disposés en quinconce, on obtient un réseau cellulaire hexagonal, dont la régularité peut être aussi parfaite que l'on veut.

Depuis la publication de ces premiers résultats, j'ai entrepris de mesurer avec soin les vitesses de cristallisation de ces mélanges. A cet effet, une couche de la matière était étendue sur le fond plat d'une cuvette en cuivre argenté placée dans un bain dont un thermomètre indiquait la température. Une bande de papier divisé en millimètres était placée sur la surface; on déposait un germe à la division zéro à un instant donné, et on lisait la division en face de laquelle se trouvait le contour de la tache au bout de vingt minutes; en divisant par vingt le nombre trouvé, on avait la vitesse de cristallisation en millimètres par minute.

Voici les résultats que j'ai obtenus avec un mélange de salol et de cire blanche d'abeilles contenant 80 0/0 de salol, à des températures comprises entre 20 et 40 degrés.

Température.	Vitesse de cristallisation en millimètres par minute.
20°	0,95
22°	0,90
25°	0,78
27°	0,66
30°	0,51
32°	0,40
35°	0,26
38°	0,07

On voit que la vitesse de cristallisation diminue considérablement lorsque la température s'élève à partir de 20 degrés. Si on représente graphiquement cette variation, en prenant pour abscisses les températures, pour ordonnées les vitesses de cristallisation, on obtient une courbe dont la partie correspondant aux expériences faites se confond sensiblement avec une droite descendante qui coupe l'axe des abscisses en un point A *(fig. 1)*, pour lequel la vitesse de cristallisation est nulle. Cette ligne s'infléchit légère-

ment au voisinage de 20 degrés, indiquant la tendance de la vitesse de cristallisation à passer par un maximum, conformément aux lois trouvées

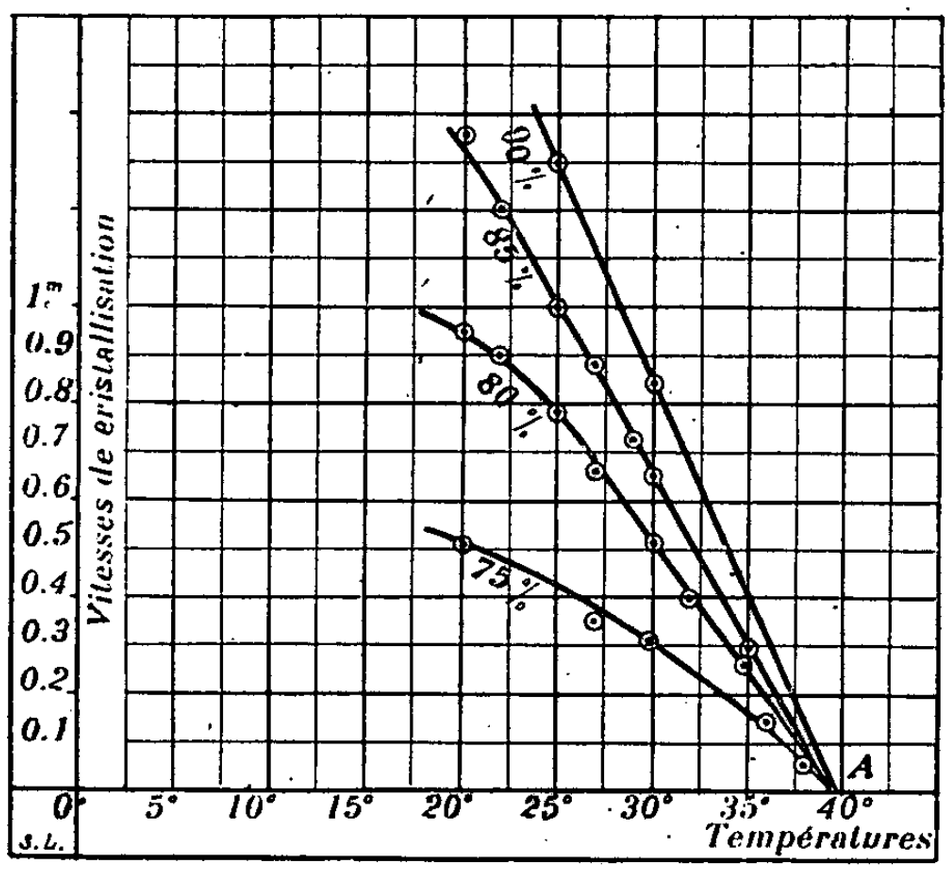


FIG. 1.
Mélange de cire et de salol. — Variation de la vitesse de cristallisation avec la température.

par Tammann pour la surfusion des corps purs (1). Si on prend des mélanges de richesse variable, toutes les courbes vont couper l'axe des abscisses au même point A, comme l'indique la figure; l'abscisse de ce point représente la température de fusion du salol pur (voisine de 40 degrés).

On peut utiliser les résultats précédents, pour rechercher comment varie la vitesse de cristallisation à une température donnée avec la composition du mélange. Par exemple, à la température de 30 degrés, on a :

Richesse en salol.	Vitesse de cristallisation en millimètres par minute.
50 0/0	Négligeable.
60 0/0	0,01
70 0/0	0,07
75 0/0	0,31
80 0/0	0,51
85 0/0	0,64
90 0/0	0,84

La courbe qui représente cette variation, en prenant pour abscisses les richesses en salol, pour ordonnées les vitesses de cristallisation a la forme indiquée ci-dessous *(fig. 2)*. Si on la prolongeait vers le haut, elle irait couper la parallèle à l'axe des ordonnées d'abscisse 100 en un point A,

(1) Voir à ce sujet : *La fusion et la cristallisation d'après les recherches de Tammann,* rapports présentés au Congrès international de physique, 1900, t. I, page 449.

dont l'ordonnée mesurerait la vitesse de cristallisation du salol pur à la température de 30 degrés.

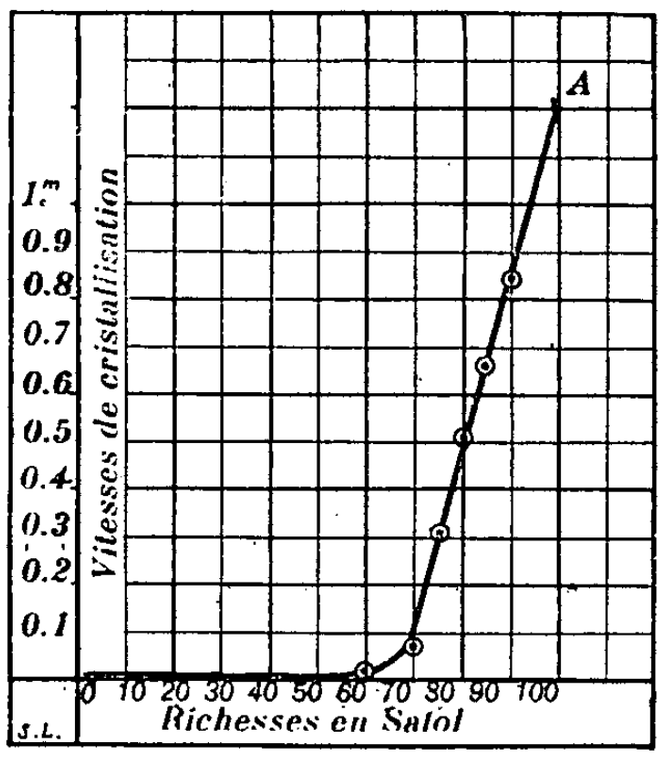


FIG. 2.
Mélange de cire et de salol. — Variation de la vitesse de cristallisation avec la richesse en salol.

Les résultats changent beaucoup avec la nature de la matière solide mélangée au salol. Ainsi, pour un échantillon de cire différent du premier, à la température de 30 degrés, on a :

Richesse en salol du mélange.	Vitesse de cristallisation en millimètres par minute.
50 0/0	0,125
60 0/0	0,15
70 0/0	0,45

Ces résultats ne sont pas en nombre suffisant pour construire la courbe; elle serait au-dessus de la précédente et couperait la parallèle à l'axe des ordonnées d'abscisse 100 au même point A.

J'ai obtenu des résultats analogues aux précédents en opérant avec d'autres matières susceptibles de rester en surfusion, par exemple avec le bétol et la benzophénone.

Ainsi, un mélange à parties égales de bétol et de cire de Carnauba m'a donné les résultats suivants :

Températures en degrés centigrades.	Vitesse de cristallisation en millimètres par minute.
50°	0,073
55°	0,14
60°	0,21
65°	0,25
68°	0,28
70°	0.29
75°	0,24
76°	0,19
80°	0,14

Ces résultats représentés par la courbe ci-dessous *(fig. 3)* montrent nettement que la vitesse de cristallisation passe par un maximum pour une

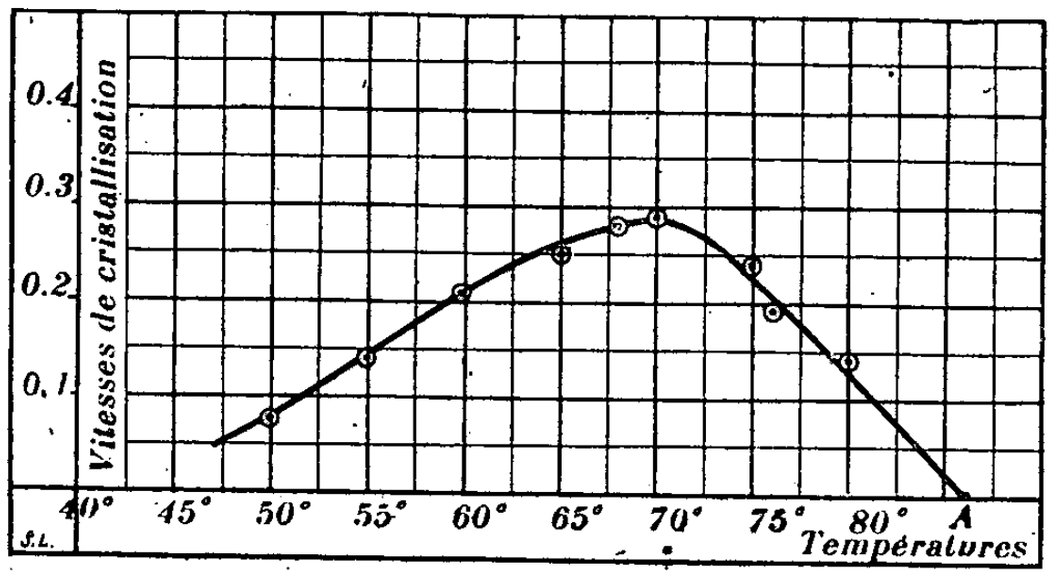


FIG. 3.
Mélange de bétol et de cire de Carnauba. — Variation de la vitesse de cristallisation avec la température.

température voisine de 70 degrés, résultats conformes aux lois de Tammann.

*
* *

Au cours des expériences effectuées sur le bétol et la benzophénone, j'ai observé un phénomène intéressant :

Lorsqu'on abandonne à lui-même un mélange solide surfondu, à la température ordinaire, la cristallisation spontanée se produit au bout d'un temps plus ou moins long selon la nature des substances : avec les mélanges contenant du salol, la surfusion peut durer très longtemps ; avec les mélanges contenant du bétol la cristallisation spontanée se produit assez rapidement.

Or, pour provoquer la cristallisation d'un mélange surfondu, on peut prendre un germe cristallin soit dans la matière pure à l'état solide, soit dans un mélange déjà cristallisé. En général, l'origine du germe n'a aucune influence sur la vitesse de cristallisation, mais il n'en est pas toujours ainsi. *Quand le germe provient d'un mélange pauvre en matière active spontanément cristallisé, il arrive souvent que la vitesse de cristallisation provoquée par lui est beaucoup plus faible que celle que donnerait un germe de matière pure ou un germe extrait d'un mélange riche;* nous dirons qu'il a un *faible pouvoir germinatif.*

J'ai observé ce phénomène en prenant des germes dans des mélanges de bétol et de cire de Carnauba, de benzophénone et de cire jaune d'abeilles. Le mélange surfondu soumis à l'action de ces germes peut être quelconque ; il peut être formé, — comme celui où l'on a pris le germe, — de benzophénone et de cire d'abeilles, de benzophénone et de cire du Japon, de benzophénone et de paraffine, ou même de benzophénone pure ; la

diminution considérable de la vitesse de cristallisation, au contact d'un germe à faible pouvoir germinatif, se manifeste toujours.

La température de cristallisation spontanée paraît n'avoir aucune influence sur le pouvoir germinatif; j'ai pu la faire varier de + 40 à — 10° sans changer le pouvoir germinatif d'un mélange à 33 0/0 de benzophénone qui est resté identique à celui de la matière pure.

L'aspect des parties cristallisées sous l'action de deux germes de pouvoir germinatif différent n'est pas le même, ainsi que le montre un échantillon présenté au Congrès, lequel était constitué par un mélange de une partie de benzophénone avec deux parties de cire jaune. La surface libre était divisée en deux plages, l'une claire, l'autre sombre; le pouvoir germinatif de la partie claire était celui de la benzophénone pure, celui de la partie sombre était beaucoup plus faible.

En regardant cette plaque, à l'époque du Congrès, on voyait que les deux plages étaient séparées par une bande jaune parsemée de cristaux ayant la forme de fines aiguilles brillantes; la partie sombre était en train de se transformer lentement. Deux mois après (1er octobre), la transformation était achevée; toute la plage sombre avait pris la teinte jaune de cire, et les aiguilles étaient très abondantes sur toute l'étendue de cette plage; l'aspect de la partie claire n'avait pas changé. Ces aiguilles provoquaient la cristallisation d'un mélange de cire et de benzophénone, avec une vitesse égale à celle que donne un germe de matière active pure; par suite, elles étaient constituées par de la benzophénone cristallisée qui s'était séparée du mélange pendant la transformation. La matière jaune sur laquelle se trouvaient les aiguilles se comportait de la même manière; elle était constituée évidemment par un mélange plus pauvre en benzophénone que le mélange primitif.

Avant la transformation, on avait, dans le mélange, deux parties bien différentes d'aspect et de propriétés. On pouvait prendre, dans chacune d'elles des germes pour provoquer la cristallisation d'un autre mélange, et ainsi de suite. Les expériences faites jusqu'ici ont montré que le pouvoir germinatif faible des parties sombres conserve sa faible valeur dans les mélanges dont la richesse en matière active n'est pas trop grande, par exemple, dans des mélanges à 50 0/0 de benzophénone et de cire d'abeilles; au contraire, pour des mélanges dont la richesse en benzophénone est égale ou supérieure à 75 0/0, il n'y a aucune différence entre le pouvoir germinatif de deux parties cristallisées sous l'action de deux germes différents. En particulier, si l'on prend de la benzophénone pure en surfusion et si on la divise en deux parties dont on provoque la cristallisation avec deux germes différents, le pouvoir germinatif de ces deux parties employées comme germes dans d'autres essais est le même, bien que les vitesses de cristallisation aient été très différentes.

Je n'ai pas réussi à obtenir plus de deux espèces de germes. Aussi est-il tout naturel de penser que ces deux espèces de germes sont deux variétés cristallines différentes de la même substance. Ceci doit être rapproché de l'idée émise par M. de Coppet d'après laquelle une substance facile à surfondre serait toujours dimorphe (1). Les phénomènes précédents s'expliquent assez bien dans cette hypothèse. Dans le cas de la benzophénone, l'une des deux variétés, celle qui fournit les taches sombres, aurait une faible stabilité; elle tendrait à se transformer dans la première qui serait la variété normale, et cette transformation serait d'autant plus rapide que la richesse du mélange en benzophénone serait plus grande. On aurait là une substance qui présenterait cette particularité assez remarquable d'avoir une stabilité qui dépend surtout de la concentration et est à peu près indépendante de la température.

M. P. SEYOT

Docteur ès Sciences naturelles, Préparateur à la Faculté des Sciences, (Rennes).

DE L'EMPLOI DU GYROSCOPE EN AVIATION

— 4 août. —

Malgré les progrès récents de l'aviation, ce moyen de locomotion est encore loin de pouvoir être vulgarisé. En effet, l'aviateur est entièrement soumis aux caprices de son moteur; celui-ci doit être extra léger et fournir un travail considérable et constant; la hauteur ne peut jamais être grande, car une chute est toujours à craindre, et lorsqu'elle est commencée, par suite d'un arrêt du moteur, il est absolument impossible de l'arrêter.

Pour que l'aviation puisse devenir un sport ou un moyen de locomotion pratique et courant, les aéroplanes devront posséder des qualités qu'ils n'ont pas actuellement :.

1° Il faudra que la sécurité à bord soit complète, c'est-à-dire que la chute soit rendue presque impossible, ou puisse se corriger facilement en cours de descente;

2° Les moteurs devront être très puissants, et surtout très robustes, et emporter avec eux tous les accessoires qui permettent actuellement aux grosses automobiles de parcourir des centaines de kilomètres sans arrêt; leur usage du moteur devra surtout servir à s'élever à une hauteur suffisante pour permettre d'utiliser soit le vent, soit l'accélération de vitesse due à la pesanteur, comme moyens de propulsion économiques d'énergie.

(1) DE COPPET. *Recherches sur la surfusion et la sursaturation. Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, tome 10, 1907, p. 457.

L'emploi de gyroscopes stabilisateurs, tels que ceux que l'on utilise dans les trains monorails, permettra peut-être à l'aéroplane de satisfaire à tous ces *desiderata*.

Les oiseaux se déplacent dans l'atmosphère en employant des modes de vol bien différents que l'on peut classer en quatre catégories : 1° le vol ramé ; 2° le vol par bonds ; 3° le vol plané et 4° le vol à la voile.

Le vol ramé est celui du pigeon voyageur en pleine course ; ses ailes battent l'air constamment, de façon à imprimer à son corps un mouvement qui peut être ascendant, horizontal ou descendant.

Ce vol est employé par tous les oiseaux qui peuvent s'élever dans l'air, mais il n'est pas exclusif, car il demande une grande somme d'énergie motrice.

La plupart des passereaux de petite taille emploient le vol ramé en alternance avec le bond ; leur vol s'accomplit en deux temps. Pendant le premier, les ailes frappent l'air rapidement en imprimant au corps un mouvement ascensionnel oblique ; pendant le second, les ailes sont fermées, le corps est un projectile qui décrit la trajectoire résultant de la vitesse acquise dans le premier temps et de l'action de la pesanteur ; de cette façon, une partie très notable du chemin s'accomplit sans dépense d'énergie.

Les oiseaux très bons voiliers, et entre autres les martinets, emploient fréquemment le vol plané. Ce vol se compose : 1° d'un mouvement ascensionnel obtenu par un vol ramé ; 2° d'un mouvement global de descente oblique, se décomposant en mouvements alternativement ascendants et descendants, suivant le mode des montagnes russes. C'est pendant cette descente progressive que le vol est réellement plané ; l'oiseau garde ses ailes étendues et immobiles ; il utilise surtout, pour se mouvoir dans cette trajectoire complexe, l'accélération de vitesse due à la pesanteur ; il parcourt ainsi, même en l'absence de tout vent, de grands espaces sans dépenser d'énergie motrice.

Les oiseaux de très grande envergure, comme les rapaces ou les grands voiliers marins, se meuvent dans l'air au moyen du vol à la voile, c'est-à-dire qu'ils utilisent le vent comme moyen de propulsion dans toutes les directions même dans celle qui lui est directement opposée.

De ces quatre procédés de vol, celui qui est employé à l'heure actuelle, par les aéroplanes, est le vol ramé : l'air est battu circulairement par les ailes d'une hélice, au lieu d'être battu latéralement par les ailes de l'oiseau ; le procédé est différent, mais le résultat est identique.

Le but que l'on a poursuivi, pour réaliser le vol ramé, peut être considéré comme atteint ; on perfectionnera peut-être les appareils actuels ; les aviateurs pourront, avec eux, parcourir de plus grands espaces ; mais la somme d'énergie exigée par ce mode de locomotion est trop considérable

pour le rendre pratique ; bientôt il faudra orienter les recherches vers le vol plané d'abord, et finalement vers le vol à la voile qui seul permettra la réalisation des rêves les plus chimériques des générations passées et présentes.

M. Quinton a fait sourire lorsqu'il a créé son prix de dix mille francs, destiné à l'aviateur qui pourra rester cinq minutes dans les airs, moteur éteint, sans descendre de plus de cinquante mètres ; cependant il a eu grandement raison. Son prix est actuellement le plus utile de tous, car il va orienter les recherches vers la nouvelle voie, vers la seule qui puisse être féconde en résultats pratiques.

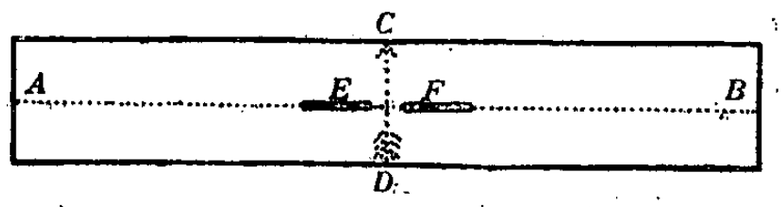
Bien avant la fondation de ce prix, j'avais, comme beaucoup de naturalistes, observé le vol plané et le vol à la voile des oiseaux et pensé à la possibilité de son utilisation en aviation,

Ce qui fait la supériorité des oiseaux sur l'homme à ce point de vue spécial, c'est leur merveilleuse notion d'équilibre. Grâce à leurs canaux semi-circulaires très développés, ils savent exactement la position qu'ils occupent dans l'air et quel muscle il faut faire agir pour utiliser avec le maximum de bénéfice l'accélération de vitesse due à la pesanteur et la résistance du fluide aérien en repos ou en mouvement.

L'homme peut-il espérer obtenir cette notion d'équilibre et une machine assez souple pour se maintenir dans l'espace à la façon des oiseaux planeurs ? Je le crois très fermement.

Si le vol à la voile présente des difficultés insurmontables à l'heure actuelle, il n'en est plus de même du vol plané. Théoriquement, ce vol est réalisable avec un aéroplane et j'espère que l'on pourra l'utiliser d'ici peu.

Pour se rapprocher autant que possible de l'oiseau planeur, on peut admettre qu'indépendamment de sa forme, le plan de sustentation d'un aéroplane doit posséder une envergure atteignant environ six fois sa longueur. Pour se maintenir dans le plan horizontal, l'aéroplane doit assurer son équilibre transversal et son équilibre longitudinal.



L'équilibre transversal est obtenu lorsque la ligne médiane AB se trouve dans un plan horizontal, de même que l'équilibre longitudinal est réalisé lorsque la ligne CD est dans un plan horizontal. Ces deux positions d'équilibre sont loin de posséder la même valeur, car l'équilibre AB est beaucoup moins important que l'équilibre CD.

En effet, le maintien, dans l'espace d'un plus lourd que l'air ne peut être obtenu que par la réaction de molécules d'air frappant rapide-

ment la surface de sustentation ; il faut donc de toute nécessité que l'aéroplane se déplace avec une vitesse suffisante, dans une atmosphère calme, ou inversement que l'air vienne frapper l'aéroplane se déplaçant lentement. Comme c'est le premier cas que nous cherchons à réaliser, notre aéroplane se déplacera donc longitudinalement avec une vitesse suffisante.

Supposons que le point B vienne à s'abaisser au-dessous du plan horizontal, alors que le point A s'élève au-dessus, la ligne CD restant horizontale: l'aéroplane décrira une courbe qui sera fonction de l'angle que la ligne AB fait avec l'horizontale. Cette courbe n'aura aucune influence sur le déplacement vertical de CD, ce déplacement étant en effet régi par d'autres facteurs.

Une chute, par suite de la rupture de l'équilibre transversal, ne pouvant se produire sans provoquer un mouvement circulaire, il suffira, pour l'éviter, d'actionner un gouvernail pour maintenir la direction rectiligne.

L'équilibre transversal se détruira d'autant plus difficilement ou sera d'autant plus facile à maintenir que la ligne AB sera plus longue.

En ce qui concerne l'équilibre longitudinal, on peut appliquer exactement le même raisonnement; la courbe, au lieu de se produire horizontalement, se produira verticalement ; de bonne heure, l'aéroplane n'offrira plus à la résistance de l'air que sa section, et la chute sera inévitable. L'équilibre longitudinal est d'autant plus facile à détruire ou d'autant plus difficile à maintenir que la ligne CD est plus courte. Cette ligne ayant toujours une longueur très faible, l'équilibre longitudinal est la pierre d'achoppement de l'aviation ; c'est pour n'avoir pu le conserver que Lilienthal s'est tué ; c'est pour le maintenir que les aviateurs actuels sont obligés d'imprimer à leurs appareils une vitesse aussi grande.

Tous les efforts doivent donc tendre à assurer le maintien de l'aéroplane en équilibre longitudinal, sans dépense d'énergie motrice. Ce problème résolu, il n'est pas douteux que l'aviation ne tardera pas à faire des progrès rapides.

Étant donné que la ligne CD est courte, je pense qu'il serait facile de la maintenir en équilibre horizontal constant, au moyen de gyroscopes placés en E et F.

Puisque ces appareils assurent la stabilité de voitures pouvant supporter des charges latérales très grandes, il est logique d'admettre, *a priori*, qu'ils pourraient assurer l'horizontalité absolue de la ligne CD. Ces appareils une fois lancés, peuvent conserver de longues heures leur vitesse utile, et ne dépenseraient qu'une faible partie de l'énergie motrice du bord ; ils donneraient certainement la sécurité qui manque à l'heure actuelle, en même temps qu'ils permettraient l'essai rationnel du vol plané.

Supposons, en effet, un aéroplane possédant une horizontalité fixe, et partant, sans moteur, d'un point élevé avec une vitesse initiale très faible;

il décrira dans l'espace une courbe complexe, grâce à sa forme, à sa vitesse initiale, à son poids et à la résistance de l'air, mais le résultat sera tel qu'il glissera sur l'air comme sur un plan incliné, et sa vitesse grandira en fonction du temps ; au bout d'un certain temps, faisons agir un gouvernail de hauteur ; la surface qui sera présentée aux nouvelles couches d'air étant plus grande, il y aura modification du mouvement qui de descendant deviendra ascendant, de telle sorte que l'appareil pourra remonter à une hauteur voisine de celle d'où il est parti ; le même mouvement pourra se reproduire un grand nombre de fois et permettra à l'aéroplane de parcourir de grands espaces avant d'être obligé de se servir de son moteur pour récupérer la première altitude.

Lorsque l'on pourra se déplacer dans l'air par ce procédé, on aura alors assez confiance dans l'aéroplane pour lui donner la forme la plus rationnelle pour essayer systématiquement l'utilisation du vent qui seule permettra d'entreprendre en toute sécurité des voyages de longue haleine.

CHIMIE

M. Albert COLSON

Professeur à l'École Polytechnique (Paris).

LA MÉCANIQUE CHIMIQUE ET LA CHIMIE PURE

— 4 août —

On reproche souvent à la mécanique chimique d'être une science plus mathématique que chimique, et on lui dénie le pouvoir de *prévoir* des *réactions nouvelles*. Je voudrais examiner en chimiste jusqu'à quel point cette opinion est fondée.

Quoique la mécanique chimique ait pour but principal de classer les faits plutôt que de rechercher de nouveaux corps, elle est néanmoins capable de susciter des recherches quand on lui laisse entièrement son caractère expérimental. Ce qui fait que beaucoup de chimistes s'en éloignent, c'est, outre un appareil trop mathématique, le parti pris d'appliquer prématurément aux phénomènes chimiques les règles de la physique et de la mécanique, et d'omettre les réactions secondaires qui sont souvent prépondérantes, comme Berthelot l'a montré.

I. — L'étude du phosphore dissous permettra de développer ma pensée. Malgré son point de fusion fixe et sa température d'ébullition définie, les physico-chimistes considèrent généralement le phosphore blanc comme un corps instable : c'est grâce à un frottement particulier, à une sorte de viscosité, qu'il ne se transforme pas immédiatement en phosphore rouge.

Si l'on diminue cette viscosité en surchauffant la vapeur, la transformation s'accélère, et la pression la facilite encore, d'après les expériences de M. Lemoine.

Puisqu'on admet qu'il existe la plus grande analogie entre un corps dissous et sa propre vapeur, les dissolutions de phosphore blanc dans l'essence de térébenthine devraient aussi, par surchauffe, donner rapidement du phosphore rouge. Or, quand on chauffe vers 280 degrés une solution de phosphore à 20 grammes par litre, le dépôt rouge n'apparait qu'au bout de 8 heures, malgré son insolubilité complète dans l'essence, après quoi la précipitation s'accélère; le précipité apparait de couleur rouge orange et passe au rouge brique. Aux environs de 250 degrés, ce n'est qu'au bout

d'une cinquantaine d'heures que le phosphore rouge apparaît avec les mêmes particularités.

Ces faits ne sont pas sans rapprochements avec les expériences précitées de M. Lemoine; mais si l'on remplace la térébenthine par du benzoate d'éthyle ou par du benzoate d'amyle, ces dissolvants ne déposent plus de phosphore rouge, même à une température de 310-325 degrés maintenue pendant 100 heures.

La nature du solvant influe donc considérablement sur la transformation, et il paraît possible que le phosphore blanc se conserve indéfiniment dans certains solvants.

L'instabilité apparente du phosphore blanc serait alors due à des réactions secondaires qui provoqueraient un cycle de réactions aboutissant au phosphore rouge, et elle n'aurait pas pour cause un autre groupement des atomes de phosphore produit en vertu de lois essentiellement mécaniques.

Tout d'abord la couleur variable et l'odeur prononcée des précipités rouges dénotent la présence de composés intermédiaires. J'ai pu en extraire par le vide de Crookes des traces de corps odorants et volatils, capables d'agir sur le sulfate cuivrique. D'autre part, la longue préparation que nécessite l'apparition des précipités rouges s'expliquerait très bien par la formation lente de ces corps intermédiaires, ceux-ci ne se détruisant que lorsqu'ils sont en masse appréciable.

Ces composés intermédiaires peuvent être des phosphures complexes ou simplement des phosphures d'hydrogène formés par la réaction du phosphore blanc sur le solvant ou sur des traces d'eau hygrométrique. Les phosphures d'hydrogène, on le sait, se détruisent par la chaleur en fournissant du phosphore rouge :

$$P^2H^4 = P^2 \text{ (rouge)} + H^4$$

tandis qu'inversement le phosphore blanc absorbe l'hydrogène naissant :

$$2P + 4H = P^2H^4.$$

Ce cycle est le plus simple, sinon l'unique. S'il est dû à des traces d'eau, il n'aurait plus lieu en présence d'éthers, parce que, vers 250-300 degrés, l'eau est absorbée par les éthers, avant de réagir sur le phosphore. Cette absorption explique nettement la différence d'allures des solutions benzéniques et des solutions éthérées que j'ai ci-dessus constatée.

Au contraire, sous l'action de la lumière, le benzoate d'éthyle n'arrêtera pas la transformation parce que, à basse température, l'eau n'est plus détruite par éthérification. C'est ce que j'ai aussi vérifié. En outre, plus les tubes sont secs, moins les solutions s'altèrent au soleil, toutes choses égales : l'un d'eux est resté limpide pendant deux mois.

En résumé, la transformation du phosphore dissous est un phénomène essentiellement chimique. Si, par extension, on voulait l'assimiler à un

phénomène mécanique, les conclusions chimiques tirées de ce rapprochement seraient stériles.

II. — Voici, au contraire, un cas différent où les règles rationnelles font prévoir des faits essentiellement chimiques :

Le benzoate d'éthyle et celui d'amyle, dont je viens de me servir comme solvants, ne s'altèrent pas à 290 degrés, mais à partir de 300 degrés, ils se décomposent conformément aux équations.

$$C^6H^5CO^2.C^2H^5 = C^6H^5CO^2.H + C^2H^4$$
$$C^6H^5CO^2.C^5H^{11} = C^6H^5CO^2.H + C^5H^{10}$$

On se trouve en présence d'un mode de formation des carbures éthyléniques que la présence de charbon de cornue ne facilite ni n'atténue. Après avoir fait ces constatations, j'ai appliqué les données élémentaires de la mécanique chimique.

Le calcul de la chaleur de formation de ces éthers en partant de l'acide dissous et des carbures éthyléniques gazeux donne 21.000 calories pour le benzoate d'éthyle, et 15.000 calories environ pour le benzoate d'amyle. On ne connait pas, il est vrai, la chaleur de dissolution de l'acide benzoïque dans ses éthers ; mais je me suis assuré par des expériences comparatives que la dissolution de l'acide benzoïque dans son éther éthylique donne un refroidissement comparable à celui que fournit sa dissolution dans l'eau.

Ces nombres calculés à 15 degrés ne sont plus les mêmes à 300 degrés ; mais ils restent positifs puisque les corps poreux, comme le charbon, ne produisent pas d'effet catalytique. Dès lors, la décomposition des éthers benzoïques se rapproche de la décomposition du carbonate de chaux, en ce que l'absorption du gaz CO^2 par la chaux dégage aussi de la chaleur.

Et cette comparaison suggère immédiatement une série d'expériences chimiques. D'abord, il convient de chercher si le contact direct de l'acide benzoïque avec les carbures éthyléniques reconstituera les éthers correspondants, comme $CaO + CO^2$ reconstituent CO^3Ca. Bien entendu, ce rapprochement n'implique pas une identité ; car le carbonate de chaux est le type des systèmes monovariants, et la loi des phases montre que la décomposition des éthers benzoïques rentre dans le cas des systèmes bivariants ; c'est-à-dire qu'à l'effet de la pression s'ajoutera l'effet de la concentration de l'acide benzoïque dissous pour atteindre l'équilibre.

Quoi qu'il en soit, si la reconstitution de l'éther se fait dans ces conditions, il y aura lieu de chercher si elle se fait en α ou en β dans le cas des homologues de l'éthylène, si l'allylène $CH^2 = CH - CH^3$, par exemple, se soudera à l'acide benzoïque par l'intermédiaire de chaînon CH^2 ou par l'intermédiaire de chaînon CH. On pourra aussi chercher si les carbures acétyléniques restent sans action sur les acides chauffés, et si l'apparition des carbures éthyléniques par décomposition des éthers est indépendant de la nature de l'acide éthérifié.

III. — J'ai dit ci-dessus que la décomposition des éthers benzoïques ne commence qu'au-dessus de 290 degrés. Je me suis demandé si cette température de décomposition ne serait pas modifiée par l'intervention d'un corps actif tel que la chaux vive, et ne donnerait pas la réaction :

$$C^6H^5CO^2.C^2H^5 + CaO = CaCO^3 + C^6H^5.C^2H^5,$$

parallèle à la réaction classique :

$$C^6H^5CO^2.H + CaO = CaCO^3 + C^6H^5.H.$$

J'ai constaté qu'entre 300 degrés et 330 degrés, il se forme surtout de l'éthylène et pas d'éthylbenzine. La chaux n'intervient donc pas, et les températures de 300 à 330 degrés restent dans la zone caractéristique de la décomposition des éthers benzoïques en carbures éthyléniques.

Si, comme je l'enseigne depuis dix ans, la possibilité d'une réaction directe est surtout une question de température, il s'en suit que :

La matière la plus stable est celle qui résiste à la plus haute température, toutes choses égales (1).

C'est l'évidence même ; mais alors cette conclusion, basée sur la qualité de la chaleur et non plus sur la quantité de calories, n'implique pas que les corps ou les systèmes les plus stables sont ceux dont la formation dégage le plus de chaleur. De fait, comparons des corps analogues :

Ag^2S formé avec	3^{cal}	est plus stable que	Ag^2O formé avec	7 ;
CuO	—	40^{cal}	—	$CuCl^2$	—	51 ;
HgS	—	$10,^c6$	—	HgO	—	22, etc.

Et, à température constante, le système $Hg + S + O$ donne plus facilement HgS(1). De même, le chlorure de cuivre est totalement décomposé par l'air (procédé Deacon) ; et, dans la zone de température où CuO et $CuCl^2$ peuvent exister simultanément, il y a équilibre chimique. Même remarque si l'on préfère comparer Cu^2O et Cu^2Cl^2.

Au point de vue pratique, et quoique la stabilité d'un corps tel que CuO et Cu^2O dépende de la pression du gaz oxygène, il est plus facile de s'assurer de la stabilité d'un oxyde que de connaître sa chaleur de formation à haute température : celle-ci est en effet fort variable, et ne peut être évaluée que par une extrapolation difficile à légitimer.

La décomposition des éthers benzoïques montre que les considérations que je viens de résumer, et que j'applique depuis longtemps à la chimie minérale, s'étendent à la chimie organique.

(1) *Cours de l'École Polytechnique* : Distinction entre l'origine des réactions et l'origine des dissociations.

(2) Formation à froid de l'éthiops minéral.

M. Louis HUGOUNENQ
Doyen de la Faculté de Médecine.

ET

M. Albert MOREL
Agrégé à la Faculté de Médecine (Lyon).

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DE LA CONSTITUTION DES MATIÈRES PROTÉIQUES

— 4 août —

Les travaux dont nous publions aujourd'hui les résultats sont le développement d'études entreprises par nous depuis plusieurs années (1) sur la constitution des matières protéiques, en particulier sur la vraie nature des produits de dédoublement appelés glucoprotéines et leucéines par Schützenberger et par Lepierre, sur les acides amidés constitutifs des albumines d'œufs de poissons et d'œufs d'oiseaux. A la suite de ces recherches, il nous a paru intéressant de les étendre à la constitution des nucléoprotéides glandulaires ; mais avant d'entreprendre cette étude, nous nous sommes efforcés de perfectionner notre technique et, en particulier, d'imaginer un procédé d'hydrolyse supérieur aux procédés classiques dont nos travaux antérieurs nous avaient montré les inconvénients. L'emploi de l'acide fluorhydrique comme agent d'hydrolyse nous ayant paru présenter des avantages considérables, nous croyons devoir les signaler.

***

I. — Nouvelle méthode d'hydrolyse par l'acide fluorhydrique.

L'étude de la constitution des matières protéiques comporte la caractérisation des groupements soudés les uns aux autres dans ces molécules complexes. Or, cette caractérisation n'est possible que si les groupements en question sont convenablement libérés et isolés à l'aide de réactions hydrolysantes qui ne les altèrent pas.

Trois agents d'hydrolyse ont été proposés jusqu'ici : la baryte l'acide, sulfurique et l'acide chlorhydrique. Une expérience assez longue nous autorise à dire qu'aucun n'est satisfaisant ; car tous produisent des réactions secondaires tendant à modifier et à détruire les substances séparées par hydratation. En effet, la baryte, proposée par Schützenberger, a l'inconvénient de détruire l'arginine, ainsi qu'une partie des diamines ; de plus, elle racémise les acides monoamidés, ce qui en rend les séparations par cristal-

(1) Voir *Congrès de l'Association française*, à Lyon, 1906.

lisation fractionnée très difficiles ; l'acide sulfurique à 30 0/0 donne de bons résultats dans l'hydrolyse de certaines albumines simples (par exemple : les protamines étudiées par Kossel et Kutscher) ; mais il exerce une action destructive, bien mise en évidence par la formation d'ammoniaque et de produits goudronneux humiques ; quant à l'acide chlorhydrique à 25 0/0, qui est aujourd'hui très employé, il mélanise et goudronne encore bien plus énergiquement les matières protéiques que ne le fait l'acide sulfurique ; il détruit la tyrosine et oxyde les bases puriques, en même temps qu'il altère plusieurs autres composés (acides amidés ou hydrates de carbone).

Nous avons imaginé de recourir à l'acide fluorhydrique dont les propriétés hydrolysantes sont des plus énergiques, même à une température qui ne dépasse pas 100 degrés et dont la stabilité permet de prévoir qu'entre 90 et 100 degrés il ne doit pas altérer par oxydation les constituants des albumines mis en liberté.

Nous avons fait agir sur des matières protéiques de résistance variable (gélatine, ovalbumine, pepsine extractive du codex, caséine etc.) de l'acide fluorhydrique à 50 0/0 que l'industrie fournit actuellement en grandes quantités à des prix avantageux et que nous étendions d'un volume et demi d'eau. La chauffe était effectuée dans une marmite de plomb munie d'un réfrigérant ascendant également en plomb et placée sur un bain-marie bouillant ; l'opération doit durer un temps variant entre quinze et cent heures, suivant la résistance de la matière à attaquer ; en tout cas, elle peut être prolongée jusqu'à ce qu'une prise d'essai du liquide ne contienne plus de substances biurétiques.

Nous avons fait l'étude des constituants des matières protéiques mis en liberté par cette hydrolyse et nous nous sommes rendu compte que l'emploi de l'acide fluorhydrique présente les avantages suivants :

1° L'hydrolyse est aussi complète que possible ; en prolongeant convenablement la chauffe, on obtient la disparition de la réaction du biuret et l'absence de toute polypeptide précipitant par le réactif iodo-ioduré ou donnant un précipité floconneux par le réactif phosphotungstique ;

2° Cette hydrolyse ne s'accompagne d'aucune production d'ammoniaque, ni d'aucune mélanisation ;

3° Après l'hydrolyse, on arrive facilement à éliminer la totalité ou, mieux, la majeure partie de l'acide fluorhydrique, (car on sait qu'il est nécessaire dans cette élimination de ne pas arriver à l'alcalinité), par l'addition de chaux qui donne un précipité de $CaFl^2$ facile à séparer et à débarrasser par lavage de toute matière organique ;

4° L'hydrolyse à l'acide fluorhydrique ne détruit aucun des acides monoamidés et elle permet d'obtenir, après élimination des substances précipitables par le réatif phosphotungstiques sulfurique, la tyrosine et les acides amidé-leuciques (alanine, valine, leucine, phénylalanine), ainsi que la majeure

partie du glycocolle (dans le cas de la gélatine), cristallisés et blancs du premier jet.

Les rendements en acides monoamidés sont supérieurs à ceux que donnent les autres agents d'hydrolyse;

5° Les portions provenant du précipité phosphotungstique formé dans les produits de l'hydrolyse fluorhydrique se prêtent très bien à la séparation, sous forme de composés argentiques insolubles en milieu acide, des bases puriques qui se rencontrent dans les nucléoprotéides.

Ces bases puriques sont si peu altérées que, dans l'hydrolyse fluorhydrique de la pepsine, nous avons obtenu l'adénine et la guanine, accompagnées seulement d'une très faible trace de xanthine, tandis que l'hydrolyse sulfurique effectuée sur la même matière avait oxydé ou détruit la majeure partie de ces composés;

6° Notre méthode nous permet d'obtenir les acides diamidés dans un grand état de pureté et débarrassés des matières visqueuses ou humiques qui les engluent et en rendent l'extraction difficile dans les autres techniques.

Nous avons dès lors pu extraire, à côté des acides diamidés déjà connus, de nouveaux dérivés très bien cristallisés, dont nous poursuivons l'étude;

7° L'acide fluorhydrique respecte les hydrates de carbone libérés par l'hydrolyse, beaucoup mieux que ne font les acides sulfurique et chlorhydrique, lesquels les détruisent partiellement en donnant naissance à des substances furfuroliques.

Nous avons obtenu des rendements en hydrates de carbone supérieurs à ceux que donnent les méthodes classiques d'hydrolyse, et nous pensons que l'emploi de l'acide fluorhydrique facilite l'étude des sucres renfermés dans les molécules protéiques.

*
* *

II. — Recherches sur les constituants des nucléoprotéides stomacales.

Ce n'est pas la constitution de l'agent protéolytique à l'état de pureté que nous nous sommes proposé d'étudier, mais bien les corps chimiquement définis qu'on peut retirer de la pepsine extractive considérée comme source de nucléoprotéides glandulaires.

La méthode que nous avons suivie est celle qui a été décrite par nous au Congrès de Lyon, en 1906; nous l'avons perfectionnée depuis cette époque en pratiquant l'hydrolyse à l'acide fluorhydrique et en utilisant, pour la séparation des bases puriques, les indications récentes de Steudel.

Notre matière première a été 4 kilogrammes de pepsine, retirée des muqueuses gastriques de porcs et gracieusement mises à notre disposition par les Établissements Byla, de Gentilly, auxquels nous adressons tous nos remerciements pour leur précieux concours.

Avant l'hydrolyse, nous avons pu retirer de cette pepsine extractive 25 0/0 d'eau et 3,7 0/0 de cendres, puis 0,45 0/0 de tyrosine libre et 0,8 0/0 d'un mélange de leucine et de valine, également libres.

Après hydrolyse fluorhydrique, nous avons pu extraire à l'état d'acides amidés ou de dérivés parfaitement identifiables les corps suivants :

		Produits sec 0/0
Tyrosine		1,7
Alanine		3,2
Valine		7,5
Leucine		11,4
Phénylalanine		2,2
Pseudohistidine		0,4
Lysine		6,5
Pseudolysine		0,5
Arginine		2,0
Adénine		0,5
Xanthine	moins de	0,01
Guanine	—	0,2
Glucosamine	—	1,4

Ces résultats conduisent aux remarques suivantes :

1° La pepsine extractive contient, à l'état libre, quelques acides monoamidés formés probablement par autodigestion ;

2° Elle ne contient ni glycocolle, ni acides aspartique et glutamique, ni sérine, ni proline, ni cystine, ni acide diamidotrioxydodécanoïque.

3° La proportion des corps monoamidés par rapport aux diamines est cependant plus forte que dans les protamines et les histones ;

4° Nous n'y avons pas trouvé d'histidine ; mais nous avons pu isoler du groupe des diamines précipitables par l'argent (technique de Kossel) et non précipitables par le sulfate mercurique (technique de Kossel et Platen) un corps en $C^4H^8Az^2O^2$ que nous avons analysé en nature et à l'état de dérivé benzoylé ;

5° Dans l'alcool mère du picrate de lysine, nous avons trouvé deux picrates bien cristallisés en prismes volumineux. L'un d'eux, fusible à + 216° est le picrate d'un corps en $C^{11}H^{21}Az^3O^5$ qui paraît être une dipeptide provenant de l'union de la lysine avec l'acide glutamique, comparable aux polypeptides naturelles déjà signalées par l'un de nous en 1906 (1), dans l'hydrolyse des matières protéiques ;

6° La pepsine, en se dédoublant, fournit des bases puriques comme l'avait signalé Pekelharing, mais pas de xanthine en quantité appréciable, lorsqu'on évite, comme nous l'avons fait par notre hydrolyse à l'acide fluohrydrique, d'oxyder la guanine et l'adénine que nous avons trouvées ;

(1) HUGOUNENQ et GALIMARD : *Congrès de l'Association française*, à Lyon, 1906.

7° Nous n'avons pas trouvé de corps pyrimidiques (thymine, uracyle, cytosine) ;

8° Comme sucre azoté, nous avons extrait de la glucosamine à l'état de combinaison avec l'isocyanate de phényle.

M. Albert MOREL

EN COLLABORATION AVEC

M. Charles LESIEUR

Agrégé à la Faculté de Médecine, Médecin des Hôpitaux (Lyon).

ET

M. Octave MONOD

Médecin consultant (Vichy).

RECHERCHES SUR L'ORIGINE ET LA SIGNIFICATION DE L'UROBILINE

— 4 août —

Les cliniciens ne sont pas d'accord sur l'origine et la signification clinique de l'urobilinurie ; nous avons pensé apporter une solution à ces problèmes en effectuant quelques expériences nécessitant la mise au point d'une technique très sensible de caractérisation de l'urobiline, même dans le sérum.

1° Technique très sensible de recherche de l'urobiline dans le sérum ou tout autre liquide. — Nous prenons 3 à 5 centimètres cubes de sérum ou de liquide, ou de bouillie d'organe, nous les faisons chauffer pendant 30 minutes au bain-marie avec 10 fois leur poids d'alcool à 95 degrés, puis nous ajoutons une pincée d'acétate de zinc en cristaux et nous agitons violemment. Nous filtrons alors sur une essoreuse, et nous ajoutons au liquide une goutte de réactif d'Obermeyer dilué à un pour cent ; puis nous concentrons l'alcool dans une capsule placée à l'abri de la lumière et des poussières jusqu'à n'avoir que 5 ou 6 centimètres cubes de liquide. Nous y ajoutons alors goutte à goutte du chloroforme, jusqu'à ce que celui-ci se sépare.

Nous agitons, nous laissons déposer, nous décantons le chloroforme, et nous le filtrons sur un filtre sec.

Nous plaçons ce chloroforme dans un tube que nous examinons sur un fond noir, toujours avec le même éclairage. L'apparition d'une fluorescence verte, qui est le caractère le plus sensible de la présence de l'urobiline, indique la présence de ce pigment.

Dans les cas où une grande sensibilité est nécessaire, nous plaçons le

tube au foyer d'un condensateur puissamment éclairé par une lampe à arc, En examinant le tube entouré d'une boite noire, percée de trous pour le trajet des rayons lumineux, nous pouvons déceler, par la fluorescence, des traces prodigieusement faibles d'urobiline.

2° *L'urobiline existe dans le sang.* — Contrairement aux expériences de Gilbert et Herscher, nous avons trouvé de l'urobiline dans le sérum de la majorité des urobilinuriques de la clinique du professeur Teissier, examinés par nous.

3° *Le foie normal retient, au moins en partie, l'urobiline intestinale.* — Nous prenons deux lots de grenouilles d'hiver et nous enlevons totalement le foie à un des lots. En injectant une même solution aqueuse d'urobiline dans leur intestin grêle (l'extrémité inférieure du gros intestin étant liée) nous constatons que les grenouilles ayant leur foie ne laissent pas passer d'urobiline dans leur urine, que les grenouilles privées de leur foie en laissent passer une quantité très nette ainsi que de la biliverdine.

4° *L'urobiline existe normalement chez l'homme, même à l'état de pigment.* — Les urines d'un grand nombre de sujets normaux (étudiants), examinées en juin et juillet, contiennent toutes de l'urobiline à l'état de pigment et non pas à l'état d'urobilinogène. Les urines de certains de ces sujets, examinées avec la même technique en hiver, contenaient moins d'urobiline. Nous croyons que ces variations saisonnières tiennent aux variations dans l'intensité des oxydations consécutives aux variations de calorification. En effet, l'urine d'un sujet contenant de l'urobiline en été, en contient moins sitôt que le sujet, sans modifier son régime, effectue un exercice physique violent correspondant à deux cents calories supplémentaires par heure.

M. Albert MOREL

EN COLLABORATION AVEC

M. Octave MONOD

RECHERCHES SUR L'ORIGINE DES HYDRATES DE CARBONE URINAIRES (ACIDE GLUCURONIQUE, EN PARTICULIER)

Dans l'intention de rechercher si le foie est l'organe formateur de l'acide glucuronique qui passe dans l'urine sous la forme de conjugués, nous avons injecté ou fait prendre par la voie digestive une solution de chloral à 10 0/0 à des grenouilles d'hiver. Nous avons constaté que le chloral amène, chez ces animaux, une narcose profonde durant de un à trois

jours suivant les doses et le passage dans leur urine d'une substance réductrice.

L'apparition de cette substance réductrice n'a généralement pas lieu après la première injection, mais elle ne commence guère qu'après la deuxième, et alors elle dure deux ou trois jours après chacune des injections. Cette substance réductrice urinaire n'est ni du chloral, ni un dérivé contenant du chloral, ni de l'acide glucuronique libre ou conjugué.

Elle ne donne ni la réaction avec l'orcine, ni la réaction avec la phloroglucine, ni la réaction avec la p.-bromophénylhydrazine que donnent les conjugués glucuroniques. Cette substance est du dextrose-d. ou glucose, car elle donne naissance à de la glucosazone identifiable par ses propriétés de solubilité et par son point de fusion, et elle fermente alcooliquement.

Nous avons alors répété ces injections de chloral à des grenouilles ayant subi l'ablation du foie : nous avons constaté que ces animaux meurent tous après l'injection. Malgré plus de vingt tentatives, nous n'avons pas pu obtenir assez d'urine des animaux, dans ces conditions, pour pouvoir y rechercher la présence d'un hydrate de carbone.

Ces recherches, si elles n'éclairent pas sur le rôle du foie dans la formation de l'acide glucuronique dont nous continuerons à nous occuper par une autre voie, montrent au moins que l'acide glucuronique produit à l'état d'acide urochloralique chez le chien, tient la place du glucose éliminé chez la grenouille. Elles permettent de faire rentrer le chloral parmi les agents producteurs de diabète, ce qui avait été contesté. (Voir article chloral, dans le *Dictionnaire de Ch. Richet*).

M. Albert MOREL

EN COLLABORATION AVEC

M. O. MONOD et Mlle BELLION

RECHERCHES SUR L'EXACTITUDE DES DOSAGES DU POUVOIR RÉDUCTEUR DANS LES LIQUIDES ALBUMINEUX

— 4 août —

Le procédé que l'un de nous a publié au Congrès de Lyon 1906 et qui est une application de l'excellente méthode de défécation découverte par Patein a l'inconvénient d'être assez long, à cause de la lenteur de l'élimination du mercure. Nous avons réussi à le simplifier énormément en appliquant la technique de Gabriel Bertrand *(Bul. Soc. Chim. 1907)* au procédé Biéry et Portier *(C. R. Soc. biolog. 1903)* avantageusement modifié

par nous. Les résultats que nous avons obtenus indiquent que notre procédé permet d'atteindre une exactitude maxima, tout en n'exigeant que trente minutes.

Technique. — Le liquide albumineux est, après mesure exacte de sa quantité, additionné de dix fois son volume d'eau dans un tube à centrifuger de 150 centimètres cubes. On y fait alors tomber goutte à goutte la solution de nitrate mercurique préparée d'après les indications de Patein, en agitant à chaque addition. On centrifuge, on décante le liquide. On lave le précipité à trois reprises, chaque fois avec 20 centimètres cubes d'eau renfermant un peu de nitrate mercurique. On fait passer un courant de H^2S pendant quinze minutes dans le liquide qu'on agite fréquemment dans le tube à centrifuger qui le contient. On centrifuge. On ajoute, avant de décanter, du sulfale de cuivre en solution à 10 0/0 pour précipiter l'excès de H^2S, on centrifuge. Si le liquide n'est pas bleu, on ajoute encore du sulfate de cuivre et on centrifuge. Quand le liquide est bleu, on le décante dans un ballon en le passant sur un entonnoir garni d'un tampon de laine de verre, on ajoute les liqueurs cupropotassiques de Bertrand et l'on continue le dosage d'après les indications de Bertrand, en opérant avec une liqueur de permanganate dix fois plus étendue.

Résultats. — Un grand nombre d'expériences de vérification nous permettent de préciser l'exactitude de notre procédé.

1° *Ce procédé permet de retrouver la totalité du glucose.* — En effet, pour 10 centimètres cubes de solution aqueuse de glucose titrée telle quelle, sans addition de réactif déféquant, nous trouvons $29^{mg}2$ de Cu réduit, soit $1^{gr}49$ de glucose par litre, et pour 10 centimètres cubes de la même solution titrée après avoir subi toutes les additions et manipulations décrites, nous trouvons $29^{mg}2$ de Cu réduit, soit $1^{gr}49$ de glucose par litre.

2° *Ce procédé permet de retrouver le glucose aussi bien dans les liquides albumineux que dans l'eau.* — En effet, 10 centimètres cubes de la solution aqueuse de glucose, pour laquelle nous trouvons $29^{mg}2$ du Cu réduit ayant été ajoutés à 20 centimètres cubes de sérum de cheval dans lequel nous avons vérifié au préalable l'absence de tout pouvoir réducteur appréciable, nous trouvons pour ce mélange $29^{mg}0$ de Cu réduit.

3° *Ce procédé donne des chiffres suffisamment voisins pour le dosage du pouvoir réducteur dans un même sang.* — En effet, pour 5 centimètres cubes de sang de cheval, nous trouvons $12^{mg}06$ de Cu réduit, soit $1^{gr}06$ de glucose par litre et, pour 10 centimètres cubes du même sang, mis en œuvre en même temps, nous trouvons $22^{mg}8$ de cuivre réduit, soit $1^{gr}03$ de glucose par litre.

***

Ces recherches ayant, en partie, été accomplies grâce à une subvention de l'Association française, M. Morel adresse ici ses remercîments à l'Association.

MM. G. PERRIER
Professeur à la Faculté des Sciences (Rennes.)
et E. CAILLE
Préparateur à la Faculté des sciences (Rennes).

FORMATION D'ISOMÈRES A POINT DE FUSION CONSTANT DANS LA RÉACTION DE FRIEDEL ET CRAFTS

— 4 août —

Dans l'application de la méthode de Friedel et Crafts, les différents isomères qui peuvent exister prennent le plus souvent naissance.

En 1896, l'un de nous, *(G. Perrier, thèse Paris)* a indiqué pour les cétones un mode de séparation de ces isomères basé sur la différence de stabilité et de solubilité dans le sulfure de carbone des composés d'addition que forment ces cétones avec le chlorure d'aluminium.

Lorsqu'on opère par cette méthode, il est nécessaire, pour avoir une bonne séparation, d'isoler les premiers cristaux dès qu'ils se déposent, et de les décomposer immédiatement par l'eau. Pour ne pas avoir suivi exactement cette technique dans la préparation des phénylnaphtylcétones, nous avons obtenu après décomposition par l'eau de la masse cristalline déposée, au lieu de l'isomère β fondant à 82 degrés, un produit fondant *très nettement* à 54 degrés et que plusieurs cristallisations successives dans l'alcool abandonnent toujours identique à lui-même.

Ce composé ne correspond ni au dérivé α qui fond à 75 degrés, ni au dérivé β dont le point de fusion est 82 degrés.

Nous sommes parvenus à le dédoubler en ces deux isomères :

1° Par cristallisation dans la ligroïne et séparation mécanique des cristaux qui se déposent ;

2° Par la méthode de Rousset (dérivés picriques).

Quelle est la nature de ce composé ?

L'analyse élémentaire et la cryoscopie conduisent à la formule $C^{10}H^7—CO—C^6H^5$.

Ce résultat n'est pas incompatible avec une combinaison moléculaire se dédoublant dans le benzène ; mais il peut tout aussi bien correspondre à un simple mélange mécanique qui, comme ceux des sels et les alliages, fond à une température plus basse que ses constituants.

Des recherches que l'un de nous poursuit par des procédés physiques, nous donnent à penser qu'on se trouve en présence d'un simple mélange voisin de l'eutectique.

L'existence de ces mélanges permet d'expliquer les points de fusion variés attribués par des auteurs différents à un même corps.

Comment expliquer la formation de ce mélange?

On peut tout d'abord supposer qu'en abandonnant les cristaux de la combinaison double de chlorure d'aluminium et de phénylnaphtylcétone dans la liqueur, ils se recouvrent de la combinaison correspondante de cétone α et que, par suite, la décomposition par l'eau fournit le composé fondant à 54 degrés.

Le fait suivant permet aussi de donner une autre explication. Des cristaux de la combinaison double de chlorure d'aluminium et de cétone β préparés en 1896 et qui, à cette époque, fournissaient par décomposition le dérivé β pur, nous ont donné cette année lorsque nous avons complété leur décomposition déjà commencée par suite de la mauvaise fermeture du flacon qui les renfermait, le produit fondant à 54 degrés.

On serait donc porté à croire qu'il y a eu isomérisation dans la masse cristalline elle-même. Nous espérons, par de nouvelles expériences, trancher la question.

M. HUGUET

Docteur en Médecine (à Clermont-Ferrand).

UROLOGIE TECHNIQUE. — AZOTE TOTAL

— 4 août —

Un dosage important entre tous, dans l'analyse d'urine est celui des substances azotées : il s'agit de doser l'azote total.

Ce dosage s'effectue ordinairement en faisant longuement chauffer 10 centimètres cubes d'urine avec 5 centimètres cubes d'acide sulfurique.

Beaucoup de modifications ont été proposées au procédé primitif, pour abréger la durée de l'opération qui peut quelquefois durer dix heures et plus. Moreigne, a étudié la plupart de ces modifications et a donné les raisons pour lesquelles il faut les rejeter.

A notre tour, nous avons voulu chercher si quelque tour de main, ou quelque réactif inoffensif n'activerait pas cette réaction ; pour être certain de la valeur de nos recherches, toutes nos expériences ont été faites comparativement en faisant un essai par le procédé classique.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES :

Urine ayant une densité de 1009 à + 20 degrés.

I. — Le ballon a cassé.

II. — Dans un matras d'essayeur de 500 centimètres cubes de capacité, j'ai

mis 5 centimètres cubes acide sulfurique que j'ai chauffé; dans cet acide, j'ai fait arriver goutte à goutte un mélange de :

10 centimètres cubes urine;

10 centimètres cubes eau oxygénée.

Le liquide se décolorait instantanément ; en dix minutes, j'ai obtenu une liqueur absolument blanche.

Après dilution, neutralisation, et obtention d'un volume de 100 centimètres cubes d'azote le dosage de l'azote a donné 6^{cmc}.

III. — Dans l'acide sulfurique chauffé comme précédemment, j'ai fait arriver goutte à goutte un mélange de :.

10 centimètres cubes urine;

10 centimètres cubes solution à 1/10 de persulfate de soude.

La décoloration était instantanée; en trois minutes, j'ai obtenu un liquide absolument blanc.

Le dosage de l'azote a été fait dans les mêmes conditions que plus haut, mais j'ai eu une petite perte ; le volume d'azote a été de $5^{cmc},7$.

IV. — J'ai mélangé :

5 centimètres cubes acide sulfurique;

10 centimètres cubes urine.

Le mélange a été introduit dans un matras d'essayeur comme précédemment; il a fallu 1 heure et demie de chauffe pour obtenir un liquide couleur madère.

Après dilution, neutralisation, etc., le dosage de l'azote a donné $6^{cmc},3$.

V. — Dans 5 centimètres cubes d'acide sulfurique chauffé toujours dans le même matras, j'ai fait arriver goutte à goutte 10 centimètres cubes urine; l'opération a encore duré une heure et demie, mais la décoloration était un peu plus avancée qu'en IV.

Le dosage de l'azote toujours dans les mêmes conditions a donné $6^{cmc},2$.

En somme, cette série d'essais, sans être absolument concluante, donne de sérieuses espérances.

Cette première série d'expériences peut être résumée dans le tableau suivant :

1. Perdu;
2. $6^{cmc},5$ (10 centimètres cubes eau oxygénée);
3. $5^{cmc},7$ (10 centimètres cubes persulfate). Perte;
4. $6^{cmc},3$ procédé type.
5. $6^{cmc},2$ procédé par goutte.

Mes espérances ne se sont pas réalisées; j'ai fait une nouvelle série d'expériences :

1° J'ai mélangé :

5 centimètres cubes acide sulfurique ;

10 centimètres cubes urine (D = 1022 à 14°.) Cette même urine servira à toute la série de ces essais).

Le tout a été introduit dans un matras de 500 centimètres cubes et mis sur le feu. En 3 heures, la destruction de la substance organique a été suffisante.

Le résultat donné par cet essai nous servira de type ;

2° Je chauffe dans le matras :

5 centimètres cubes acide sulfurique et quand il commence à émettre des vapeurs, je fais arriver goutte à goutte un mélange de :

10 centimètres cubes urine;

5 centimètres cubes solution persulfate de soude à 1/10.

L'écoulement du liquide s'est effectué en 5 minutes; à ce moment, le mélange était sensiblement incolore mais en continuant à chauffer, il s'est coloré, et il a fallu chauffer pendant une heure pour avoir une décoloration convenable;

3° J'ai opéré comme en 2°, mais en remplaçant les 5 centimètres cubes de solution de persulfate de soude par 5 centimètres cubes eau oxygénée à 10 volumes; comme en 2; en continuant à chauffer, il y a eu coloration du liquide et il a fallu 1 heure de chauffage pour obtenir une décoloration convenable;

4° J'ai opéré comme en 2°; mais en mettant 10 centimètres cubes de la solution de persulfate au lieu de 5; quand l'écoulement du liquide est terminé, le mélange est incolore, mais en continuant de chauffer, il se colore et il faut une heure de chauffage pour obtenir une décoloration convenable;

5° J'opère comme en 3°; mais au lieu de 5 centimètres cubes eau oxygénée, j'en mets 10. L'expérience marche comme en 3°.

Chacun des liquides provenant de ces expériences a été mis à refroidir, additionné de 10 centimètres cubes d'eau, puis neutralisé avec précaution, en présence de la phtaléine, par une solution aqueuse de soude à l'alcool. Le liquide neutralisé a été dilué de manière à faire un volume de 100 centimètres cubes.

Avec 26 centimètres cubes de ce liquide, la solution de brome et la soude (procédé Meillère) nous avons fait le dosage d'azote. Voici les résultats obtenus :

1° $22^{cm3},6$;
2° $22^{cm3},8$ (5 centimètres cubes de solution de persulfate);
3° $23^{cm3},4$ (5 centimètres cubes eau oxygénée);
4° $23^{cm3},7$ (10 centimètres cubes de solution de persulfate);
5° $22^{cm3},6$ (10 centimètres cubes eau oxygénée).

Que conclure de ces résultats? Il semble d'abord qu'en 3° et qu'en 4°, le réactif ajouté a dû réagir sur l'hypobromite et peut-être dans certains cas est-il insuffisamment détruit par l'urine; mais si cette objection peut être faite quand le réactif ajouté est l'eau oxygénée, il n'en est pas de même quand ce réactif est le persulfate de sodium. Nous avons, en effet, constaté directement que l'hypobromite de sodium ne réagit pas sur le persulfate de Na et ne donne avec lui aucun dégagement gazeux.

Dans ces conditions, il ne me reste plus qu'une hypothèse à envisager: les réactifs ajoutés à l'acide sulfurique libèrent mieux l'azote que l'acide sulfurique seul; mais l'eau oxygénée peut risquer d'introduire une cause d'erreur, dans le cas où elle ne serait pas complètement décomposée.

Je vais essayer de faire réagir des proportions variables de persulfate de sodium sur un même volume d'urine.

J'ai donc fait les cinq expériences suivantes :

Dans le matras de 500 centimètres cubes j'introduis 5 centimètres cubes d'acide sulfurique; je le chauffe; quand il émet des vapeurs, je fais arriver goutte à goutte, au moyen d'un tube à brome les mélanges d'urine et de solution de persulfate de soude à 1/10:

1° 10 centimètres cubes urine (D = 1022 à 14°).
5 centimètres cubes solution de persulfate de sodium.

L'expérience a duré 40 minutes ; le liquide obtenu était d'une belle couleur madère ;

2° Au lieu de 5 centimètres cubes de solution de persulfate, j'en ai mis 10 centimètres cubes mais, pour tout le reste, j'ai opéré comme en 1° ; l'expérience a duré 40 minutes et la coloration obtenue était convenable ;

3° Comme en 2°, mais au lieu de 10 centimètres cubes de persulfate, j'en ai employé 15 centimètres cubes.

Quand le mélange d'urine et de persulfate a été entièrement écoulé dans l'acide sulfurique, le liquide obtenu était incolore et a été assez long à se colorer.

L'expérience a duré 40 minutes;

4° Comme en 3°, mais en employant 20 centimètres cubes de solution de persulfate: quand tout le liquide a été versé dans l'acide sulfurique, le produit était incolore, et il a fallu chauffer 10 minutes pour qu'il commençât à se colorer ; en 45 minutes, l'expérience a été terminée, mais je dois cependant faire observer que le liquide obtenu était plus coloré que pour les trois premières expériences ; j'attribue ce résultat à ce que le chauffage a été effectué avec un brûleur Bunsen (bec Meker) de très petit calibre ;

5° Cette fois-ci, j'ai employé 25 centimètres cubes de la solution de persulfate ; le mélange d'urine et de persulfate a mis 3 minutes pour s'écouler dans l'acide sulfurique ; il a fallu chauffer 6 minutes pour que le mélange commençât à se colorer ; 3 minutes plus tard, la coloration était à son maximum ; encore 8 minutes de chauffe, le liquide n'était plus que très légèrement coloré ; avec 5 minutes de plus, il était complètement incolore ; l'expérience a donc duré 25 minutes ; par refroidissement, le produit s'est pris en une masse cristalline qui, du reste, a très facilement passé en dissolution dans l'eau.

Le produit de chacune de ces opérations a été dilué avec 10 centimètres cubes d'eau, neutralisé avec soin, en présence de la phtaléine, par de la soude caustique et amené au volume de 100 centimètres cubes.

Le dosage de l'ammoniaque, calculé en urée, a été fait par l'hypobromite et donné les chiffres suivants :

1° 22gr,2 ;
2° 22gr,2 ;
3° 22gr,3 ;
4° 21gr,7 ;
5° 22gr,6.

Si nous mettons de côté le résultat 4°, dont la faiblesse tient à ce que la décoloration n'a pas été poussée assez loin, nous serons autorisé à conclure que la transformation de l'azote en ammoniaque est d'autant plus complète que la proportion de persulfate est plus grande :

22gr,2 pour 5 centimètres cubes de persulfate ;
22gr,4 — 15 — —
22gr,6 — 25 — —

Nous nous croyons autorisé à croire que, pour l'urine utilisée, la proportion de 25 centimètres cubes de persulfate était suffisante, parce que la décoloration de la liqueur a été très rapide et absolument complète. Nous allons du reste reprendre une série d'expériences à ce sujet et aussi une autre sur le temps de chauffage nécessaire.

La nouvelle série a été faite dans les conditions suivantes :

Pour 10 centimètres cubes d'urine, nous avons mis :

1° 10 centimètres cubes solution de persulfate de soude à 1/5.
2° 15 — — — à 1/5.
3° 20 — — — à 1/5.
4° 25 — — — —
5° 30 — — — —

La durée de l'opération a été pour les

	Couleur du produit après refroidissement.
Nos 1. — 34′	Très légèrement jaune.
— 2. — 43′	Presque incolore.
— 3. — 28′	Encore moins coloré.
— 4. — Le matras a cassé.	
— 5. — 20′	Tout à fait incolore.

Les dosages d'azote ont donné :

Nos 1	22,8.
— 2	22,8.
— 3	22,7.
— 4	Perdu.
— 5	26,1.

Cette nouvelle série semble donc indiquer qu'il ne faut pas craindre de forcer la quantité de persulfate. J'estime qu'il faut un gramme de persulfate pour 2 centimètres cubes d'une urine ayant une densité de 1.020.

Quelle est l'influence du temps de chauffage :

Dans 5 centimètres cubes d'acide sulfurique presque bouillant nous avons fait arriver goutte à goutte un mélange de : urine 10 centimètres cubes, solution à 1/5 de persulfate 25 centimètres cubes :

1° Dans un premier essai, nous avons cessé le chauffage aussitôt que tout le liquide a été écoulé ;

2° Dans le deuxième essai, après l'écoulement, nous avons continué de chauffer jusqu'à ce qu'il se produisît des vapeurs blanches d'acide sulfurique. Ce temps de l'expérience est facile à observer ;

3° Dans ce troisième essai, le chauffage a été poussé jusqu'à ce que le liquide ayant cessé de se colorer, commence même à se décolorer ;

4° Enfin dans un dernier essai, le chauffage a été poussé jusqu'à ce que le produit fût complètement décoloré.

Le produit repris par l'eau avait la couleur suivante et le dosage de l'azote, calculé en urée, a donné les chiffres qui suivent :

1° Très peu coloré	22,7.
2° Madère assez foncé.	Cassé.
3° Malaga	23,5.
4° Absolument incolore.	24,3.

Cette série d'expériences semble donc démontrer elle aussi, et il fallait bien s'y attendre, que le chauffage doit être poussé jusqu'à ce que le produit soit absolument incolore ; c'est seulement dans ces conditions que la totalité de l'azote est libérable par l'hypobromite. L'expérience n'est du reste pas encore de longue durée ; le n° 4 a nécessité 15′.

CONCLUSIONS.

A la suite de ces expériences, nous proposons la technique suivante pour le dosage de l'azote total urinaire :

Réactifs :

1° Acide sulfurique pur ;

2° Solution de persulfate de sodium à 20 grammes pour 100 centimètres cubes ;

3° Solution de soude caustique à l'alcool, D = 30 B^{e}. (La lessive de soude du commerce contient de l'ammoniaque) ;

4° Solution de phtaléine.

Appareils :

5° Pipette de 5 centimètres cubes ;

6° Matras de 500 centimètres cubes de capacité ;

7° Tube à brome à pointe effilée et recourbée.

Mode opératoire : dans le matras de 500 centimètres cubes, introduire 5 centimètres cubes acide sulfurique pur ; placer le matras incliné sur une tôle perforée ; chauffer jusqu'à ce que l'acide sulfurique commence à émettre des vapeurs ; faire alors arriver, goutte à goutte, dans le matras le mélange de :

Urine.	10 centimètres cubes.
Solution de persulfate. . . .	25 —

Quand le liquide a fini de s'écouler, continuer de chauffer jusqu'à ce que le mélange qui a noirci soit devenu complètement incolore.

Arrêter le feu ; ajouter :

Eau distillée.	10 centimètres cubes.
Solution de phtaléine. . . .	2 gouttes.

Neutraliser avec précaution avec la solution de soude ; diluer la liqueur de manière à obtenir un volume de 100 centimètres cubes.

Ce liquide représente l'urine diluée à 1/10 ; on l'emploie pour faire un dosage de l'urée.

M. HUGUET

UROLOGIE TECHNIQUE

— 7 août —

Le dosage de l'extrait urinaire est certainement celui qui laisse le plus à désirer et par contre, il est peu de chiffres dont on se soit autant servi. On l'a utilisé autant et plus que s'il était déterminé avec précision.

Les gens pressés et qui envisagent qu'il vaut mieux faire vite que bien

se sont contentés de prendre la densité de l'urine et de multiplier les deux dernières décimales par un coefficient constant. Le coefficient indiqué par Neubauer et Vogel est 2,3 : en pratique, le plus grand nombre des urologistes a adopté le chiffre 2. Joulie adopte le chiffre 1, et fait cependant remarquer que, pour le glucose, il faut le chiffre 2,50. Vadam, le premier, a étudié la question avec plus de soin; il a préparé synthétiquement des liquides d'une composition un peu analogue à celle de l'urine et en a pris la densité; il a ainsi constaté que le coefficient par lequel il faut multiplier les deux derniers chiffres de la densité pour obtenir l'extrait est très variable suivant la concentration de l'urine; ce coefficient varie de 2,02 à 2,38 : sur ces données, il a construit un densimètre à gros flotteur et à fine tige, auquel il a donné le nom d'extracto-densimètre; il se peut que cet appareil donne des résultats satisfaisants quand on s'adresse à des urines normales; mais, comme on analyse les urines précisément parce qu'on les croit anormales, nous avouons que tous les procédés basés sur la densité nous inspirent une confiance des plus médiocres.

Si encore, la densité était déterminée avec précision ; mais on se contente toujours d'employer les aréomètres et cependant leur équilibre est influencé par d'autres causes que la densité : propreté de l'appareil, tension superficielle du liquide, etc.; nous savons aujourd'hui, grâce aux travaux de Billard et Perrin, que cette dernière constante physique est très variable et que de ses variations, on peut même retirer de précieuses indications cliniques.

Les procédés directs pour la détermination de l'extrait urinaire peuvent se ramener à deux types ; dans l'un, on opère sur un volume très restreint d'urine : 1 ou 2 centimètres cubes, dans le vide, à la température ambiante, en présence d'un corps avide d'eau. A ce procédé, on peut faire deux reproches essentiels, radicaux :

1° L'opération demande quarante-huit heures : c'est là un laps de temps dont on dispose à peine, même pour des analyses d'ordre scientifique ; l'urologie sera rapide, ou ne sera pas; la sémeiologie urinaire ne peut s'établir que sur un très grand nombre d'analyses; le grand nombre exclut la durée ;

2° En opérant sur 1 ou 2 centimètres cubes d'urine, un écart d'un milligramme représente au litre 1 gramme ou $0^{gr},50$: il faut donc peser avec une grande précision, par conséquent sur des balances très lentes, un extrait éminemment hygroscopique; c'est là une impossibilité technique.

Le second procédé consiste à évaporer 10 ou 20 centimètres cubes d'urine à la température du B-M : mais il se produit alors des altérations très graves dans la composition de l'extrait : la plus grave que nous connaissions est celle de la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque qui lui, se dissocie peu à peu et se répand dans l'atmosphère, de

sorte que le poids de l'extrait n'est jamais constant et va toujours en diminuant. Bretet avait pensé remédier à cet état de choses, en faisant le dosage de l'urée sur l'urine d'abord, sur l'extrait ensuite; et ajoutant au poids de l'extrait la quantité de l'urée disparue, quantité donnée par le dosage.

Ce procédé, parfait en théorie, est susceptible de plusieurs critiques :

1° N'y a-t-il que l'urée qui s'hydrolyse?

2° Le dosage de l'urée est-il lui-même suffisamment précis pour ramener le dosage de l'extrait dans les limites d'une précision acceptable?

3° La transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque transforme un milieu acide en un milieu alcalin; dans ces conditions, les substances extractives ne s'oxyderont-elles pas? La coloration de l'extrait, coloration si différente de celle de l'extrait obtenu dans le vide, semble bien justifier ces appréhensions.

Nous avons donc résolu de nous attaquer à ce difficile problème.

D'abord nous avons relu une fois de plus la thèse si intéressante de Boymond (*École supérieure de Pharmacie de Paris*, p. 58); c'est encore là qu'il faut s'adresser, toutes les fois que l'on veut consulter un travail un peu complet sur l'urée.

Dans cette lecture, nous avons été frappé par les propriétés de l'oxalate d'urée : voici le résumé de ce qui a le plus attiré notre attention.

OXALATE D'URÉE.

Composition d'après Regnault.	Urée	57,18	57,18
	Acide oxalique C^2O^3	34,26	42,82
	Eau	8,56	
		100,00	100,00

Ce qui fait qu'un poids d'acide oxalique transforme en oxalate d'urée, son propre poids d'urée × 1,33.

Préparation. — Ce corps se prépare en ajoutant de l'acide oxalique à une solution concentrée d'urée; il se précipite en lamelles minces et allongées.

Propriété. — Sa saveur est franchement acide. Il est moins soluble dans l'eau que l'azotate d'urée, et, comme ce dernier pour l'acide azotique, il est moins soluble encore dans l'eau chargée d'acide oxalique.

Il se dissout dans 23 parties d'eau à 15 degrés et moins d'eau bouillante. L'alcool (densité = 0°,83) en dissout 1/60 de son poids à 16 degrés.

Jusqu'à 100 degrés, l'oxalate d'urée ne subit pas d'altérations; à 115 degrés, il se dégage des gaz en petite quantité; à 140-150 degrés, G. Bouchardat a vu qu'il se décomposait en donnant naissance à des produits complexes.

L'oxalate d'urée étant moins soluble que l'azotate : l'acide oxalique ne risquant pas de décomposer l'urée comme le fait l'acide azotique quand il contient des vapeurs nitreuses et surtout ne risquant pas de donner des réactions secondaires comme le fait celui-ci; enfin, l'oxalate d'urée étant stable à 100 degrés, nous avons pensé qu'il serait bon d'essayer l'action

de l'acide oxalique. Avant tout, il fallait savoir ce que devient l'acide oxalique lui-même abandonné à l'étuve pendant un assez long temps.

Nous avons préparé une liqueur normale d'acide oxalique, contenant 63 grammes d'acide oxalique cristallisé pur par litre; nous en avons vérifié le titre par rapport à une liqueur normale alcaline de soude. Dix centimètres cubes de cette liqueur soumis à l'évaporation devraient laisser un résidu de $0^{gr},630$ d'acide oxalique cristallisé, ou encore $0^{gr},450$ d'anhydride oxalique, puisque l'acide oxalique cristallisé contient $0^{gr},7142$ d'anhydride et $0^{gr},2857$ d'eau de constitution.

Les expériences ont été faites soit dans une étuve à air sec de Soulard, soit dans l'étuve à eau d'Eshach.

Dans l'étuve à air sec, après un séjour de deux heures, le poids du résidu était de $0^{gr},430$; après trois heures, il était de $0^{gr},415$; après quatre heures, de $0^{gr},392$; après six heures, de $0^{gr},372$. Donc, dans cette étuve, pour peu que la température s'élève et dépasse 100 degrés, l'acide oxalique se décompose ou se dissocie et dans tous les cas se volatilise.

Dans l'étuve à eau d'Esbach, la première pesée nous a donné $0^{gr},632$; une heure de plus, le poids descend à $0^{gr},434$; deux heures de plus, il n'est que de $0^{gr},423$.

Donc, même à 100 degrés, l'acide oxalique se volatilise, je ne saurais dire si c'est par dissociation ou volatilisation.

Nous sommes donc obligé de renoncer à l'acide oxalique, mais non à l'oxalate d'urée. Il existe trois oxalates de K :

1° Un oxalate neutre $C^2O^4K^2,H^2O$, très soluble dans l'eau, poids moléculaire du sel anhydre, 166; poids moléculaire de l'hydrate, 184;

2° Un bioxalate C^2O^4HK soluble dans 40 parties d'eau froide poids moléculaire, 128;

3° Un quadroxalate C^2O^4, $HKC^2H^2O^4$, $2H^2O$ soluble dans 20,17 parties d'eau; poids moléculaire, 254.

Il est facile de préparer une liqueur normale d'oxalate neutre à 134 grammes de sel pour 1.000 centimètres cubes de liqueur; mais, comme on pouvait s'y attendre, cette solution ne donne pas de précipité même avec une solution d'urée au dixième: il ne fallait donc pas songer à cette solution pour insolubiliser et stabiliser l'urée de l'urine; mais on pouvait l'utiliser pour préparer, par addition convenable de liqueur N d'acide oxalique du bioxalate et du quadroxalate : c'est ce que nous avons fait dans les essais suivants.

Dans une capsule en platine, nous introduisons :

5 centimètres cubes, liqueur N oxalate neutre de potassium;

5 — — — acide oxalique.

Ce qui fait une liqueur N/2 de bioxalate.

Le tout est placé dans l'étuve à eau bouillante d'Esbach; en six heures d'étuve, nous obtenons un résidu de poids constant.

Dans une autre capsule nous mettons les mêmes liqueurs, mais en doublant la proportion d'acide oxalique, de façon à obtenir un quadroxalate : cette fois-ci,

le résultat est sensiblement le même que précédemment; cependant, il nous apparaît que la constance de poids est un peu moins rapidement obtenue.

Ces prémisses posées, dans une capsule nous avons mis :

5 centimètres cubes, liqueur N oxalique;
5 — — — oxalate neutre de K;
10 — — urine.

L'urine employée avait une densité de 1008,5 à 120 et titrait 7 grammes d'urée par litre.

Au bout de quatre heures d'étuve à 100 degrés, l'extrait obtenu était parfaitement sec; sa couleur était uniformément chocolat au lait; une deuxième et une troisième pesées faites l'une au bout de cinq heures et l'autre au bout de six heures d'étuves ont indiqué une constance absolue de poids.

Dans une autre capsule, j'ai mis :

5 centimètres cubes, liqueur N oxalique;
5 — — — oxalate neutre de K;
3 — — d'urée titrant 90/1000.

Au bout de quatre heures, l'extrait est sec et parfaitement blanc; une heure et deux heures de plus d'étuve n'ont changé ni le poids ni l'aspect du résidu.

Après séjour de dix-huit heures à l'étuve à eau froide, l'extrait urinaire a absorbé 7 milligrammes d'eau; le dosage de l'urée effectué sur le résidu redissout dans l'eau a donné $6^{gr},80$ par litre.

L'extrait fait avec la solution d'urée, a, dans les mêmes conditions, donné les résultats suivants : il a repris seulement 3 milligrammes d'eau; l'urée a baissé davantage; le chiffre est de 82 grammes par litre.

Avant de pousser plus loin nos expériences, nous avons voulu de nouveau vérifier que le mélange de la liqueur N oxalique et N d'oxalate neutre de potasse, laissaient un résidu constant. Après trois heures, nous avons obtenu un résidu dont le poids n'a pas varié par quatre heures supplémentaires de chauffage.

Dans une capsule de platine, je mets :

5 centimètres cubes, liqueur N acide oxalique;
5 — — — oxalate neutre de potasse.

En deux heures d'étuve, le poids du résidu est constant.

Sur le résidu, j'ajoute 10 centimètres cubes d'urine légèrement sucrée ($2^{gr},50$ de sucre par litre); en cinq heures d'étuve à 100 degrés, l'extrait est terminé et arrive à un poids constant, que ne fait plus varier un séjour prolongé pendant dix heures : j'ai essayé d'incinérer ce résidu pour faire les cendres (c'est pour cela que je n'ai pas fait le dosage de l'urée) : cette incinération se fait aussi mal que possible; on ne peut y avoir aucune confiance. J'ai pensé de nouveau à faire l'extrait, en faisant passer l'urée à l'état d'azotate; pour cela, il aurait fallu trouver un azotate acide, de composition constante, stable à 100 degrés; ne trouvant rien comme bibliographie, j'ai pensé que les métaux alcalino-terreux, bivalents, pourraient peut-être fournir un résultat.

J'ai préparé :

1° Une solution N d'azotate de strontiane sec ($105^{gr},75$ par litre);

2° Une solution N d'acide azotique.

10 centimètres cubes de la solution N d'azotate de strontiane ont été évaporés dans l'étuve à eau bouillante; une fois sec, le résidu a été additionné de 10 centimètres cubes de liqueur N nitrique : en très peu de temps, cette liqueur a été complètement évaporée, et j'ai trouvé constant et identique le poids primitif d'azotate de strontiane.

Il ne fallait donc pas songer à ce procédé, puisque dans l'extrait, j'aurais eu un poids d'acide nitrique variable avec la quantité d'urée.

J'ai repris les expériences avec l'acide oxalique et l'oxalate de potasse.

A. Dans une capsule de platine, je mets :

5 centimètres cubes, liqueur N oxalique;
5 — — — oxalate neutre de potasse;
10 — — urine.

En cinq heures, le poids constant est obtenu; je n'ai pas dosé l'urée, parce que j'ai essayé de faire les cendres par simple incinération : elles se font très mal.

Nouvelle expérience dans les mèmes conditions qu'en A; en cinq heures, la constance de poids est obtenu; j'ai encore chauffé pendant dix heures pour voir l'action de la chaleur; à deux reprises, un peu d'eau est tombée sur l'extrait; j'obtenais ainsi les meilleures conditions pour transformer l'urée, aussi l'urine primitive employée contenait 22 grammes d'urée et le dosage dans l'extrait ne fournit plus que 15 grammes.

En somme, jusqu'à présent, nous croyons pouvoir dire qu'en cinq heures nous obtenons un extrait de poids suffisamment constant et sans qu'une trop forte proportion d'urée soit altérée; à la rigueur, ce procédé pourrait donc suffire, ainsi que le montrent mieux les expériences suivantes : nous croyons cependant bon de chercher encore autre chose.

Dans les tubes en U de Berlemont, on introduit aisément 2 grammes de coton hydrophile; ces 2 grammes absorbent facilement 10 centimètres cubes d'urine.

Un seul gramme suffit pour absorber aisément les 10 centimètres cubes.

Causant avec M. Gros, directeur du Laboratoire municipal de Clermont, des difficultés que j'éprouvais à faire un extrait urinaire complet, il me fit la remarque que cela ne l'étonnait pas; que l'extrait des eaux contenant du chlorure de magnésium, quoique beaucoup plus simple à obtenir, était cependant très difficile, parce que ce sel se dissociait en acide chlorhydrique qui se volatilisait et magnésie qui se précipitait. Ce fait m'était bien connu; mais en urologie on a tellement l'habitude d'envisager le chlore comme étant à l'état de chlorure de sodium, que, quoiqu'il soit bien connu de tout le monde que toutes les urines contiennent normalement du chlore et du magnésium, et qu'aujourd'hui on soit très réservé dans les prévisions des combinaisons hypothétiques des ions et des cathions, jamais la pensée ne m'était venue d'envisager les urines comme pouvant se comporter ainsi qu'une solution de chlorure de magnésium. Pendant cette conversation, l'idée m'en vint et je fis aussitôt l'expérience.

Sur 3cc,55 d'urine, je fis un dosage de chlore et je trouvai 7gr,70 de Cl par litre.

3cc,55 de la même urine furent mis dans une capsule de Pt et le tout placé dans une étuve d'Esbach. Après deux heures de séjour à l'étuve, je fis un nouveau dosage et je trouvai seulement 7gr,50 de Cl.

L'écart n'est pas énorme, mais il existe.

Je recommence l'expérience et le dosage sous cinq formes différentes.

a) Dans un flacon à l'émeri, de 90 centimètres cubes, je mets 3cc,55 d'urine, environ 60 centimètres cubes d'eau, une goutte d'une solution à un dixième de chromate jaune de K et je verse la solution N/10 d'azotate d'argent par centimètre cube.

Je trouve ainsi qu'il faut plus de 7 centimètres cubes, mais moins de 8 centimètres cubes.

b) L'expérience est recommencée dans les mêmes conditions; j'ajoute très rapidement la solution N/10 d'azotate d'argent jusqu'à 7 centimètres cubes, puis je procède goutte par goutte; je trouve 7gr,80.

c) Dans une capsule en porcelaine de 10 centimètres de diamètre, je mets 3cc,55 d'urine; je les évapore à feu nu, en tenant la capsule au bout des doigts, et en lui imprimant un mouvement rotatoire, pour qu'il n'y ait jamais ébullition, mais évaporation très rapide; le résidu, imparfaitement desséché, est repris par l'eau et le chlore et dosé comme en *a*) et *b*); je trouve 7gr,60.

d) J'emploie la même capsule, le même volume d'urine; j'évapore à la température du B-M; je reprends par l'eau, je fais bouillir la solution pendant dix minutes; je dose le chlore, je trouve encore 7gr,60.

e) 3cc,55 d'urine sont mis dans une capsule de Pt, mis à l'étuve d'Esbach pendant deux heures, le résidu repris par l'eau; et le dosage du chlore donne encore le même chiffre 7gr,60.

Le lendemain, les mêmes expériences sont reprises sur la même urine, qui avait été laissée dans le laboratoire : les cinq essais *a*), *b*), *c*), *d*), *e*) donnent le même résultat, 7gr,80. Je pense que ce fait peut être expliqué de la manière suivante : l'urine était devenue alcaline; la magnésie en avait été précipitée; en outre, du fait de la fermentation alcaline, il y avait eu formation de sels ammoniacaux dont la présence donne de la fixité à $MgCl^2$,

Autre expérience (l'urine utilisée est très acide), toujours faite de même :

a) Plus de 8 grammes, moins de 9 grammes de Cl; *b*) 8gr,9; *c*) 8gr,5; *d*) 8gr,8; *e*) 8gr,8.

Autre expérience; l'urine utilisée est très acide :

a) plus de 11 grammes, moins de 12; *b*) 11gr,1; *c*) 11gr,1; *d*) 10gr,7; *e*) 10gr,8.

Quand on a eu ou que l'on croit avoir eu une idée, il faut toujours craindre de se laisser hypnotiser par elle, et il n'est de contrôle auquel il ne faille la soumettre.

Nous avons prié M. Géraud, chimiste principal du Laboratoire municipal, de répéter nos expériences; il a bien voulu le faire; nous lui en adressons ici tous nos remerciements; il a obtenu des résultats du même ordre que les nôtres; mais en opérant sur 3cc,55 d'urine, nous ne pouvions avoir

des écarts bien considérables, et, pour trancher la question d'une façon définitive, nous avons eu recours à l'expérience suivante:

Dans une cornue tubulée, nous avons mis 355 centimètres cubes d'urine, nous l'avons chauffée au bain de sable et nous avons distillé; nous avons recueilli le distillatum par fractions de 50 centimètres cubes.

Au bout de quatre heures de chauffe, la distillation n'avait pas encore commencé; j'ai craint que cette longue application de la chaleur n'altérât par trop la composition de l'urine et j'ai cessé cette expérience.

J'ai recommencé l'expérience en distillant 360 centimètres cubes d'urine dans un ballon et recueillant le produit distillé par fractions de 50 centimètres cubes. Pour montrer la lenteur de l'opération, je dirai qu'il a fallu :

Vingt-cinq minutes pour porter le liquide à l'ébullition;

Vingt minutes pour retirer les premiers 50 centimètres cubes (A) et encore y a-t-il eu un petit entraînement parce que l'urine était très légèrement albumineuse;

Il a encore fallu vingt minutes pour retirer encore 50 centimètres cubes (B);
Il a fallu quinze minutes pour retirer 50 centimètres cubes (C);
Il a fallu dix-sept minutes pour retirer 50 centimètres cubes (D);
Il a fallu dix-sept minutes pour retirer 50 centimètres cubes (E);

Tous les liquides passés à la distillation étaient très nettement alcalins, il a fallu de deux à quatre gouttes d'éthanoïque pour les neutraliser avant de faire le dosage du chlore. Pour chaque fraction de produit distillé, il a fallu trois à quatre gouttes de solution N/10 d'azotate d'argent; donc, chaque fractionnement de 50 centimètres cubes renfermait approximativement $0^{mgr},710$ de Cl. C'est excessivement peu, mais c'est excessivement net.

L'urine qui a été utilisée titrait $9^{gr},4$ de Cl par litre. Le dosage sur le résidu a donné 9 grammes par litre. Son acidité correspondait à 20 centimètres cubes de Liqueur N alcaline par litre.

La présence d'ammoniaque dans le produit distillé, malgré une neutralisation très soignée, m'a paru gêner le dosage du Cl. C'est un point à élucider.

Nous avons recommencé la même expérience, mais cette fois-ci tous les dosages ont été effectués par M. Géraud, l'aimable chimiste principal déjà nommé.

L'urine utilisée a une acidité représentée par 20; elle renferme $7^{gr},70$ de Cl.

Il a fallu dix minutes pour porter le liquide (250 centimètres cubes) à l'ébullition et la distillation; chaque fractionnement de 50 centimètres cubes nécessite 20 minutes.

Chaque produit distillé est alcalin, et il faut au moins trois gouttes d'éthanoïque pour le neutraliser. Chaque fractionnement a indiqué $0^{mgr},532$ de Cl; le résidu donne $7^{gr},55$ de Cl par litre : la concordance n'est évidemment pas parfaite, puisque la somme « chlore dans le résidu » + « chlore

passé à la distillation » ne donne pas un total égal au chlore trouvé dans l'urine primitive; ce que j'attribue au trouble apporté dans le dosage par la présence des sels ammoniacaux; mais, dans tous les cas, quelle que soit la quantité du chlore passé à la distillation, il est absolument certain qu'il en passe et que, de ce fait, les chiffres obtenus jusqu'ici pour les cendres et les extraits sont faux.

En somme, je me trouve actuellement dans les conditions suivantes :

Ne pas atteindre l'ébullition, pour ne perdre ni chlore, ni éthanedioïque;

Opérer à une température assez élevée pour aller le plus vite possible, pas trop élevée pour ne pas dissocier l'urée;

Être à même d'opérer dans le vide ou dans un courant de gaz inerte, si mes expériences ultérieures justifient ces précautions.

J'ai pensé que je pourrais obtenir tous ces desiderata en opérant dans un tube en U, muni à chaque branche d'un petit tube d'adduction et terminé par un robinet qui met à volonté en communication la branche avec le tube d'adduction.

Nous ne raconterons pas les diverses péripéties par lesquelles nous avons passé et qui nous ont fait abandonner successivement le bain d'air chaud, le bain de sable, etc., pour aboutir à la technique suivante :

Technique

Je commence par préparer du coton oxalique par le procédé suivant :

A 20 grammes de coton hydrophile, je fais absorber, d'une façon aussi uniforme que possible :

1° 100 centimètres cubes d'une solution normale d'acide oxalique (63 grammes);

2° 100 — — d'oxalate neutre de potassium (184 grammes).

Ce coton est mis à l'étuve à 100 degrés et desséché.

2gr,25 de ce coton représentent 0,315 d'acide oxalique, (cette quantité d'acide oxalique est capable de transformer en oxalate d'urée l'urée de 10 centimètres cubes d'urine titrant 41.89 d'urée par litre) et 0,920 d'oxalate neutre de potassium.

Il se conserve bien et n'est pas hygrométrique.

Dans le tube en U, dont nous avons parlé plus haut, nous introduisons 2 grammes environ de coton oxalique; l'un des petits tubes d'adduction sert à aspirer de l'air purifié et desséché par son passage dans l'acide sulfurique; l'autre petit tube est mis en communication avec une trompe à eau; le tube en U est plongé dans un B-M dont l'eau est maintenue à une température voisine de 60 degrés; on fait passer un courant d'air assez rapide et on maintient au B-M pendant une heure; au bout de ce temps le tube en U, débarrassé de tous ses agrès et ses bouchons tournés pour éviter tout contact de l'air extérieur, est essuyé avec du coton hydrophile, laissé dans l'exsiccateur pendant un quart d'heure et enfin pesé; sur le coton, je fais alors arriver 10 centimètres cubes de l'urine à analyser; ils sont complètement absorbés : l'appareil est remonté, remis dans le B-M, où il reste 2 heures et demie; il est alors essuyé, mis à l'exsiccateur et pesé de nouveau.

La différence de poids avec la première pesée indique la quantité d'extrait pour 10 centimètres cubes; il suffit de multiplier par 100 pour obtenir l'extrait rapporté au litre.

CONCLUSIONS.

En résumé, ce travail aboutit aux faits suivants :

Nous proposons un procédé absolument nouveau pour déterminer l'extrait.

Ce procédé est suffisamment simple, rapide et précis pour pénétrer dans les laboratoires. Rappelons que le poids de l'extrait est très souvent pris comme dénominateur dans les fractions représentant les rapports urologiques; il est donc indispensable qu'il soit déterminé avec précision.

Le chlore des urines se dégage facilement en petite quantité; il est prudent, pour en faire le dosage, d'éviter l'ébullition ou un long chauffage.

M. R. FOSSE

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences (Lille).

PROPRIÉTÉS NOUVELLES DE L'OXHYDRYLE DE QUELQUES ALCOOLS AROMATIQUES

— 7 août —

L'oxhydryle de divers alcools aromatiques possède la faculté de s'unir à un atome d'hydrogène mobile de plusieurs dérivés méthyléniques. Une molécule d'eau prend naissance et le radical de l'alcool se soude au radical méthenylique :

$$\rangle CH - OH + H - \overset{\overset{x}{|}}{CH} \overset{\overset{|}{\gamma}}{} = H^2O + \rangle CH - CH \langle \begin{matrix} x \\ \gamma \end{matrix}$$

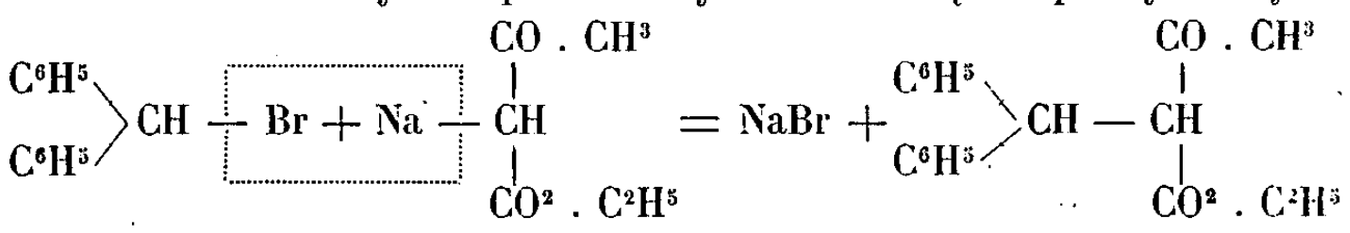
Pour préparer les corps dont cette égalité représente la formation, il fallait, jusqu'à ce jour, recourir à une double décomposition entre l'éther halogéné de l'alcool et le dérivé méthylénique sodé :

$$\rangle CH - Br + Na - \overset{\overset{x}{|}}{CH} \overset{\overset{|}{\gamma}}{} = NaBr + \rangle CH - CH \langle \begin{matrix} x \\ \gamma \end{matrix}$$

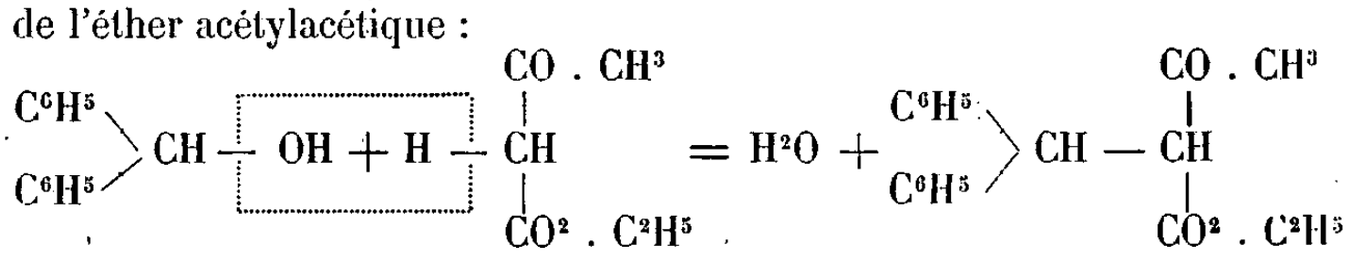
Par cette méthode, Henderson a obtenu des composés méthyléniques di et triphényl-méthylés.

Le bromure de diphénylméthyle, par exemple, transforme le dérivé

sodé de l'éther acétylacétique en acétylacétate d'éthyle-diphénylméthylé :



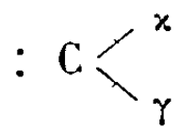
Nous obtenons aisément le même résultat en partant du benzhydrol et de l'éther acétylacétique :



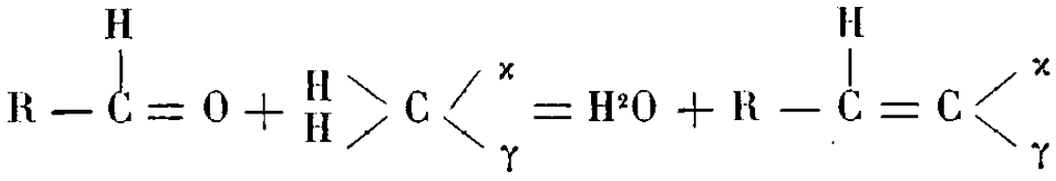
Cette très simple transformation est nouvelle.

Jusqu'ici, dans aucun alcool, on n'avait pu remplacer directement l'oxhydryle par un reste méthylénique.

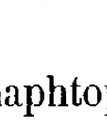
Dans les aldéhydes, au contraire, on sait depuis longtemps enlever l'oxygène fonctionnel et lui substituer le reste bivalent :



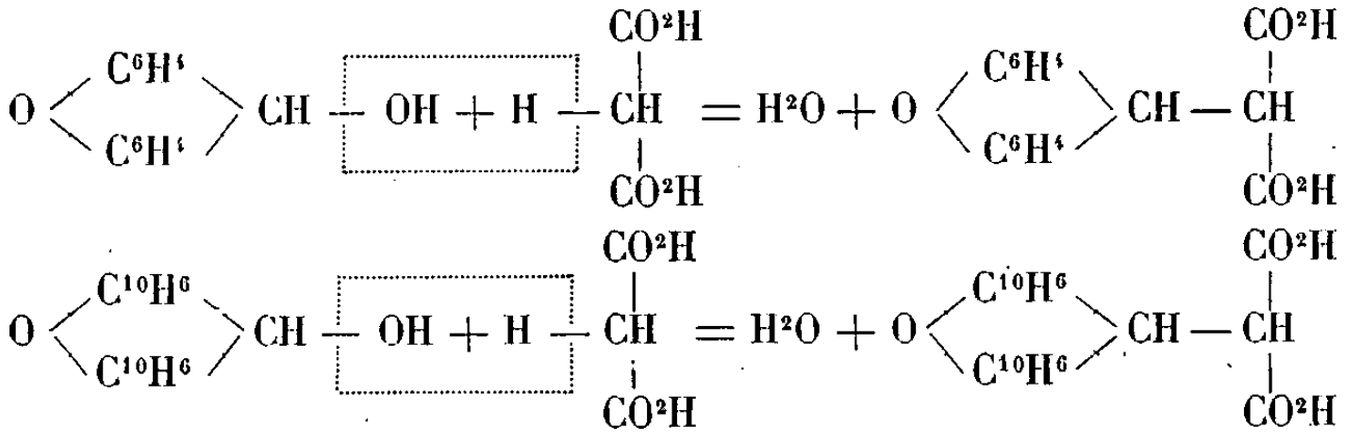
des éthers : malonique, cyanacétique, β cétoniques; des β dicétones, etc.



Ce sont les réactions bien connues, découvertes par Schmidt et Claisen; étudiées par : Claisen; Claisen et Crismer; Claisen et ses élèves; Knœvenagel; Knœvenagel et ses élèves; A. Haller; Fiquet, etc.

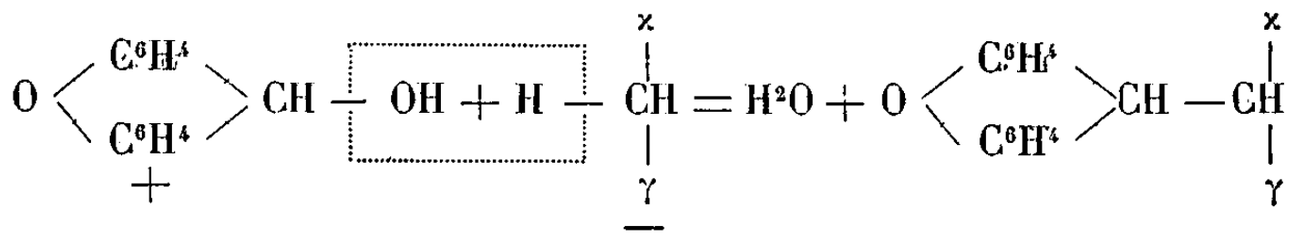
1. — L'oxhydryle du xanthydrol et du dinaphtopyranol peut directement être remplacé par le radical propyldioïque — CH$\begin{  $ de l'acide malonique (1).

Les acides xanthyl-malonique et dinaphtopyryl-malonique prennent naissance par suite de l'élimination d'une molécule d'eau entre l'oxhydryle des pyranols et un atome d'hydrogène méthylénique de l'acide malonique :

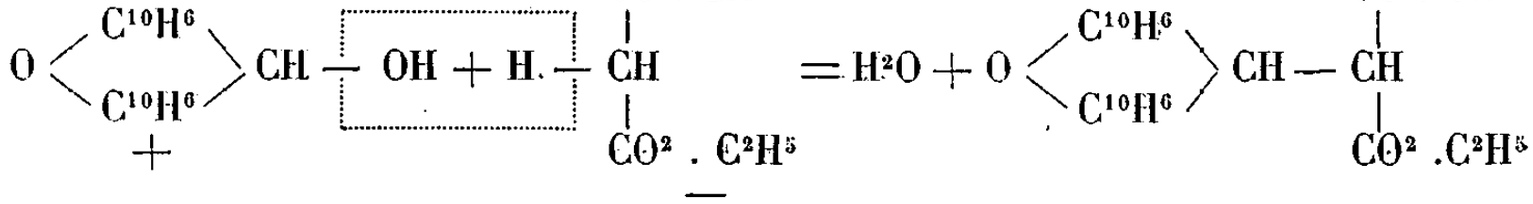


(1) R. Fosse, *Bulletin Soc. chim.* 1906, t. 35, 3e s., p. 1006-1008.

2. — L'oxhydryle du xanthydrol s'unit aisément à un atome d'hydrogène méthylénique de l'acétyl- et du benzoyl-acétate d'éthyle; de l'acétyl- et de la benzoyl-acétone; du cyanacétate d'éthyle. Un composé xanthyl-méthylénique se produit en même temps qu'une molécule d'eau (2) :



Le dinaphtopyranol se conduit de la même manière vis-à-vis de l'acétylacétate d'éthyle :

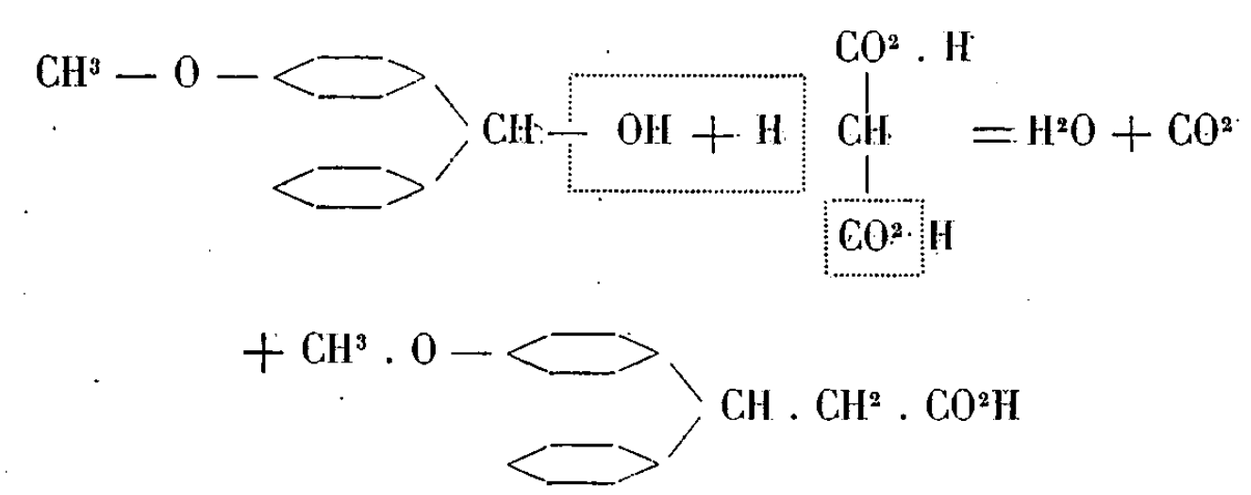


3. — Sous l'influence de l'acide malonique, le radical éthyloïque $-CH^2-CO^2H$ se met à la place de l'oxhydryle de différents benzhydrols, substitués par les restes :

$$CH^3-O\ldots\ldots;\qquad CH^2\begin{cases}O\ldots\ldots\\O\ldots\ldots\end{cases};\qquad \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!N\ldots\ldots$$

Ces derniers hydroxylés, traités par l'acide malonique, perdent une molécule d'eau et d'anhydride carbonique en produisant une nouvelle série d'acides propioniques β^2-di-arylés (1).

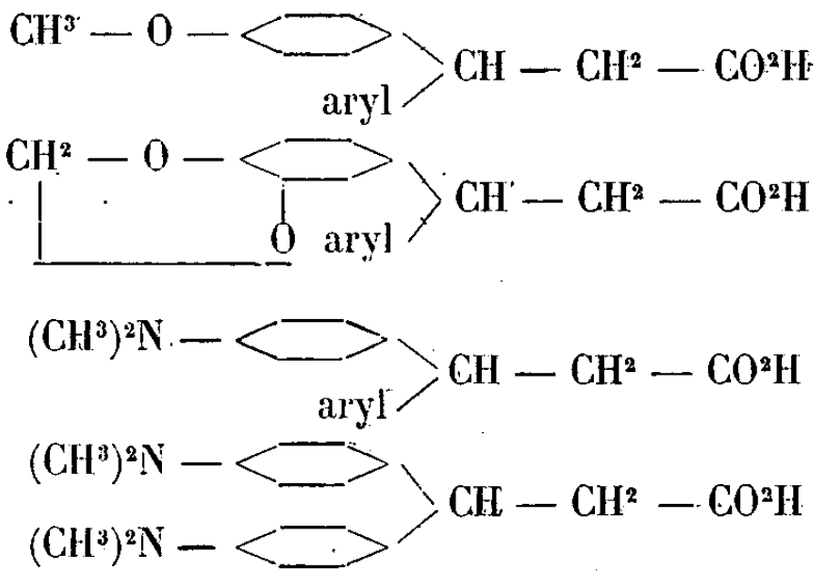
Avec le paraméthoxybenzhydrol la réaction est représentée par :



Nous avons préparé, grâce à cette méthode, de nouveaux acides répondant aux formules générales suivantes :

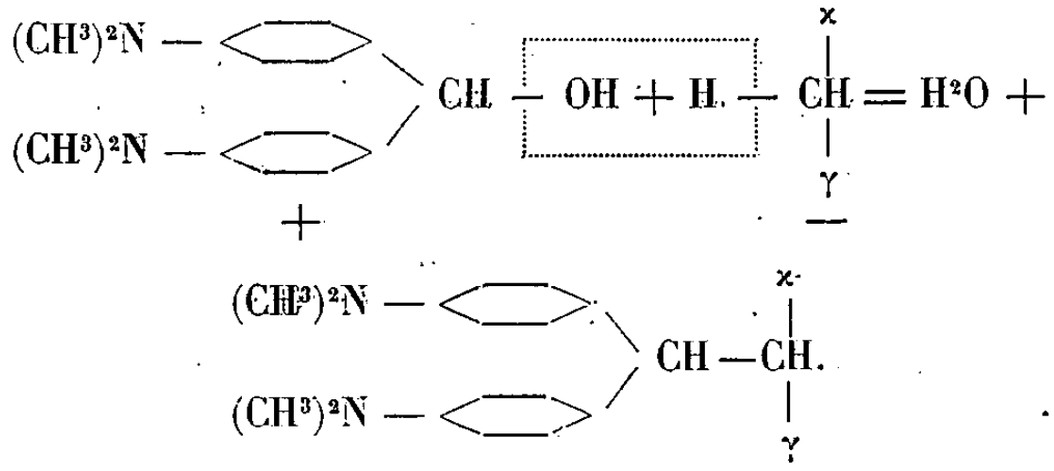
(1) R. Fosse et A. Robyn, *Ibid.*, p. 1010-1014; *C. R.*, t. 143, p. 239-242.

(2) R. Fosse, *C. R.* 1906, t. 143, p. 914.



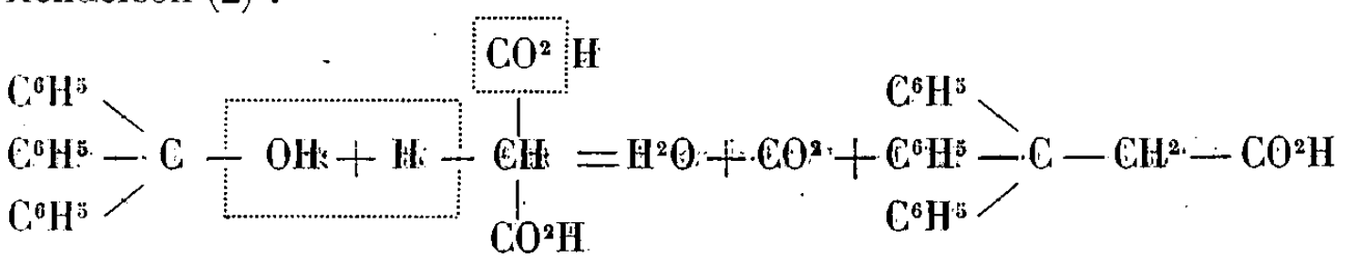
4. — Le para — tétraméthyldiamino — benzydrol se combine avec élimination d'eau aux éthers β cétoniques, aux β dicétones, aux éthers maloniques (1), à l'acide malonique.

Si on admet que le dérivé méthylénique et l'hydrol ne se tautomérisent ni l'un ni l'autre, le mécanisme de leur combinaison est calqué sur les réactions précédentes : L'oxhydryle de l'un s'unit à un atome d'hydrogène méthylénique de l'autre; les deux radicaux résultants se soudent carbone à carbone :



5. — L'oyhydryle du triphénylcarbinol est facilement remplaçable par le radical éthyloïque — CH^2 — CO^2H.

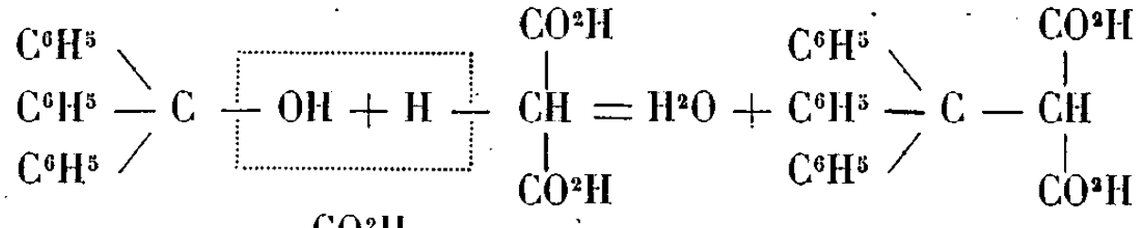
Sous l'influence de la chaleur, l'acide malonique transforme le triphénylcarbinol intégralement en acide triphényl — β^3 — propionique de Henderson (2) :

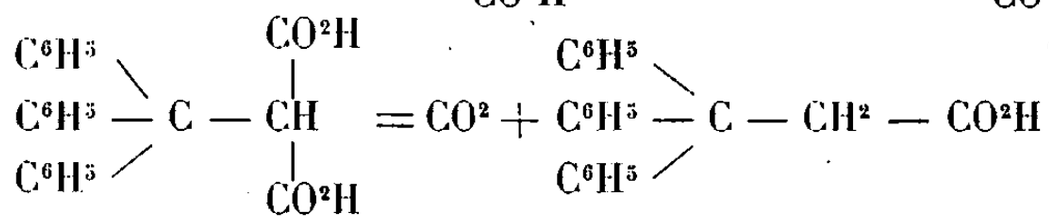


On peut admettre avec beaucoup de vraisemblance que l'acide triphényl — β^3 — isosuccinique se forme d'abord, puis se décarboxyle en produisant

(1) R. Fosse, *C. R.* 1907, t. 144, p. 643.
(2) R. Fosse, *C. R.* 1907, t. 145, p. 196.

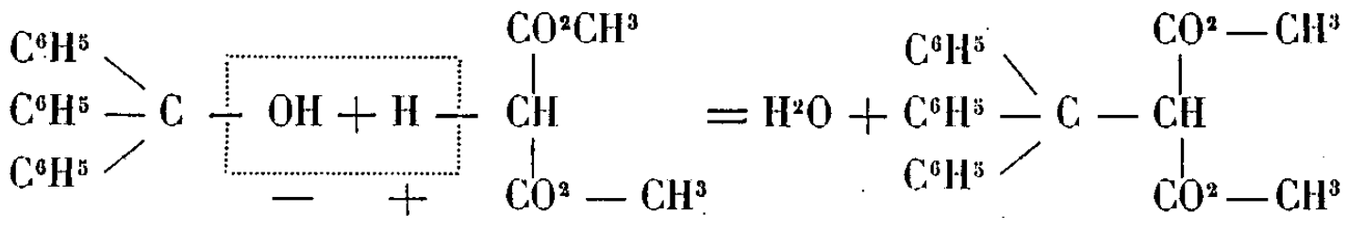
l'acide triphényl — β^3 — propionique. Ce terme intermédiaire inconnu proviendrait du remplacement de l'oxhydryle de l'alcool aromatique par le reste propyldioïque. De sorte que la formation d'acide triphénylpropionique résulterait des deux réactions :



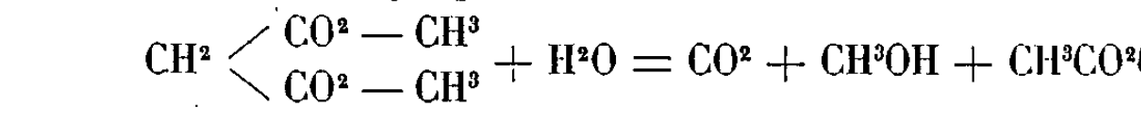


6. — Sous l'influence unique de la chaleur, le triphénylcarbinol et le malonate de méthyle donnent naissance au triphénylméthyl-malonate de méthyle.

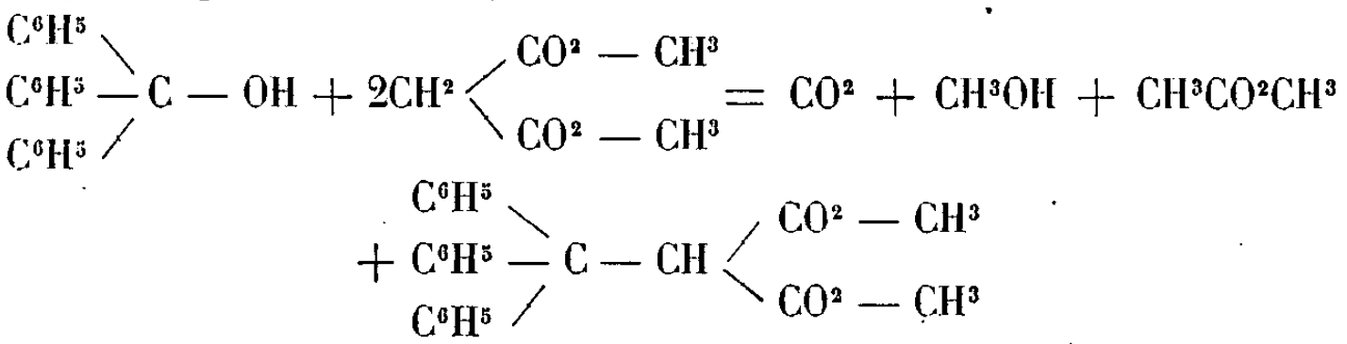
Cette transformation nécessite la formation d'une molécule d'eau :



L'expérience n'en donne cependant pas. Au lieu d'eau, on recueille principalement de l'anhydride carbonique, de l'alcool méthylique, de l'acétate de méthyle. C'est-à-dire le résultat de l'hydrolyse d'une molécule de malonate de méthyle par une molécule d'eau :



Le triphénylméthylmalonate de méthyle résulte donc de l'action d'une molécule de triphénylcarbinol sur deux molécules de malonate de méthyle, d'après l'équation suivante :

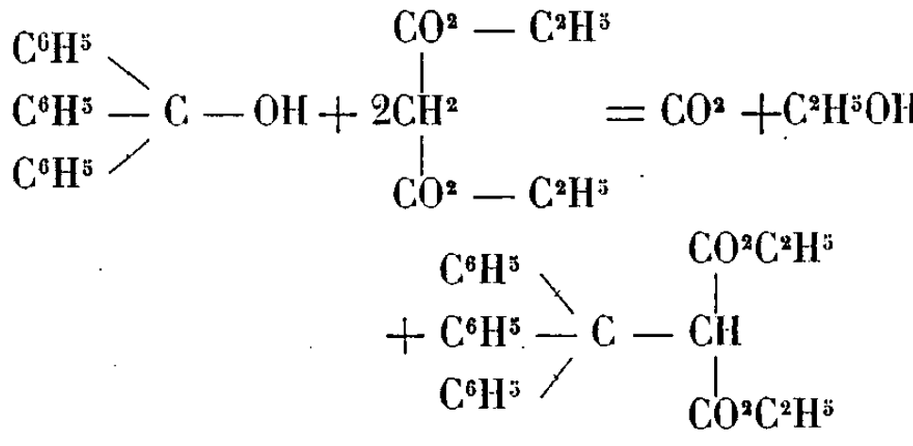


L'oxhydryle du triphénylcarbinol se laisse substituer, sous l'action du malonate d'éthyle soit par le radical propyldioate d'éthyle :

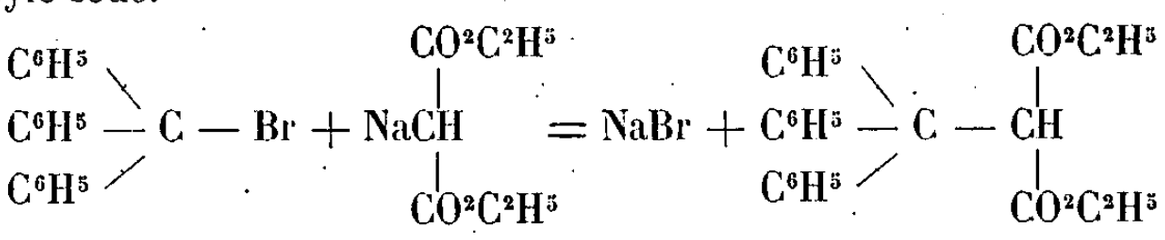
soit par un atome d'hydrogène (1).

(1) R. Fosse, *C. R.*

La première transformation s'exprime de la même manière que la formation du triphényl-méthyl-malonate de méthyle.

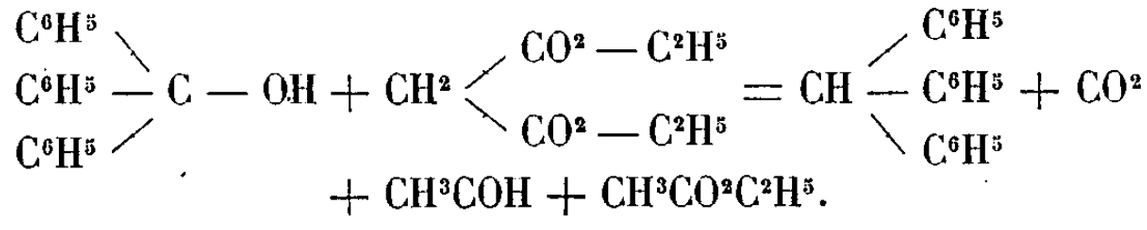


Ce même éther avait été obtenu par Henderson, grâce à une double décomposition entre le bromure de triphényl-méthyle et le malonate d'éthyle sodé.

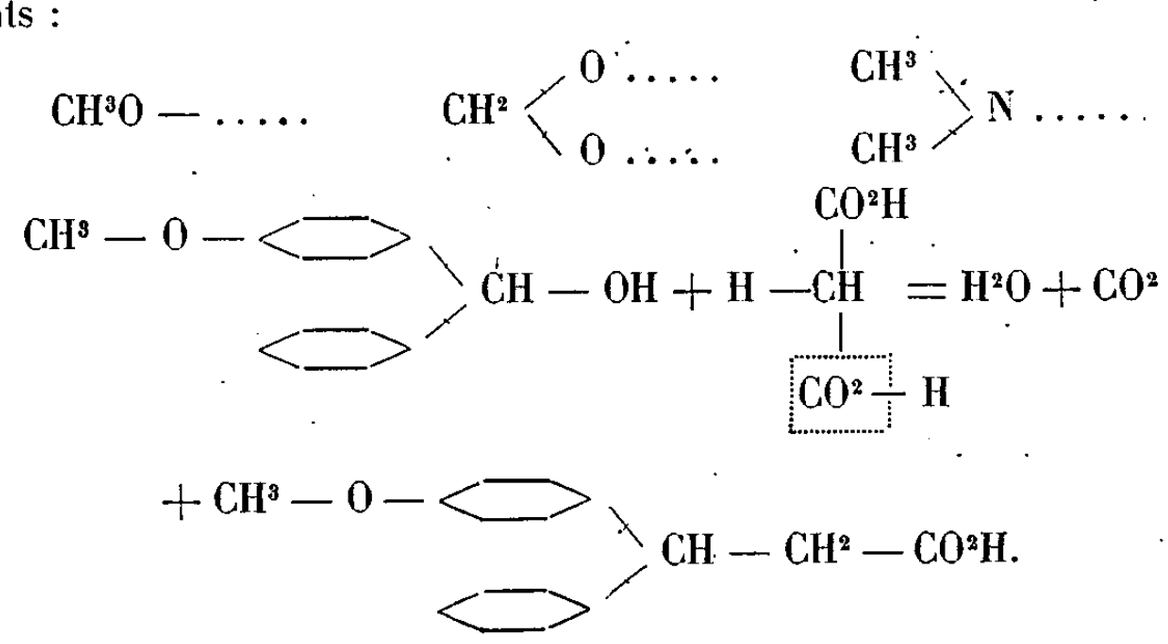


La deuxième transformation provient d'une réduction du triphényl-carbinol aux dépens d'un groupe éthoxy qui se change en aldéhyde.

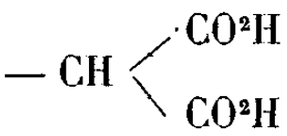
Le passage du triphénylcarbinol au triphénylméthane s'accompagne de la formation : d'anhydride carbonique, acétate d'éthyle et aldéhyde. Elle est représentée par l'égalité suivante :



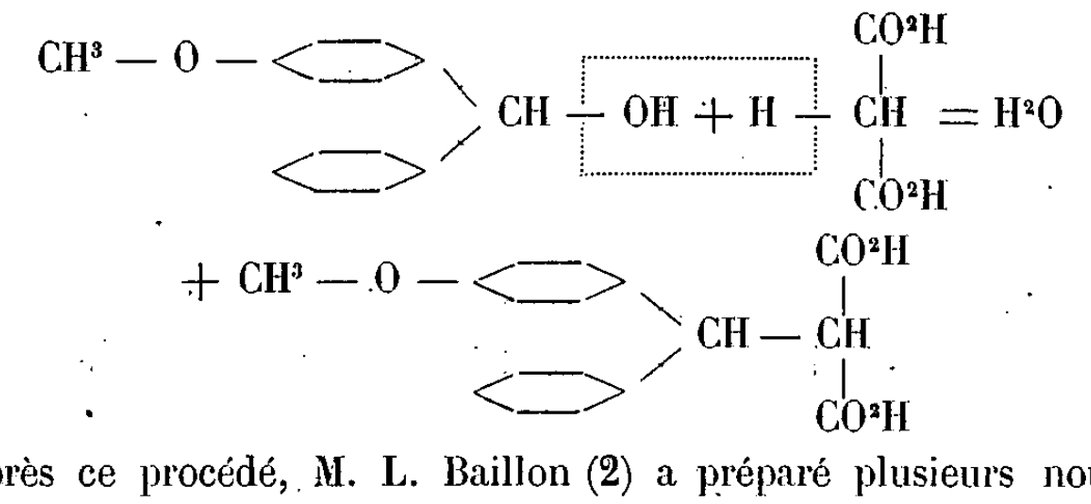
7. — Nous avons précédemment établi que l'acide malonique permettait de substituer directement le radical éthyloïque — CH^2CO^2H à l'oxhydryle de différents carbinols secondaires renfermant les groupements :



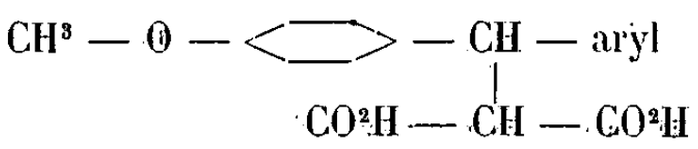
En collaboration avec M. L. Baillon (1), nous avons remplacé l'oxhydryle du paraméthoxybenzhydrol par le radical propyldioïque :



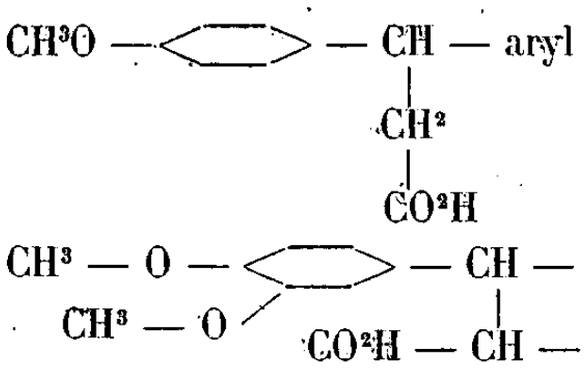
au moyen de l'acide malonique :



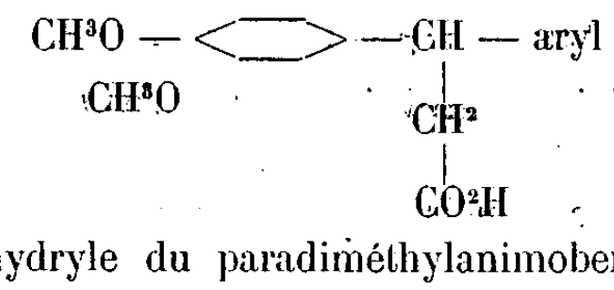
D'après ce procédé, M. L. Baillon (2) a préparé plusieurs nouveaux acides représentés par les formules générales :



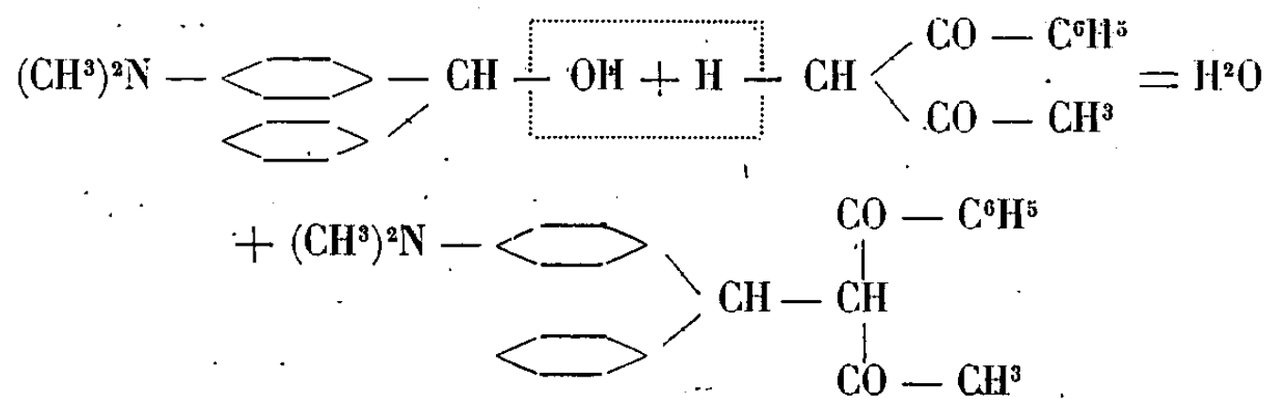
et



et

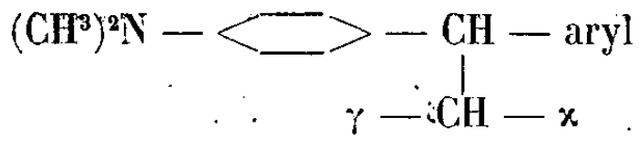


8. — L'oxhydryle du paradiméthylanimobenzhydrol peut être remplacé par différents restes méthyléniques (3).

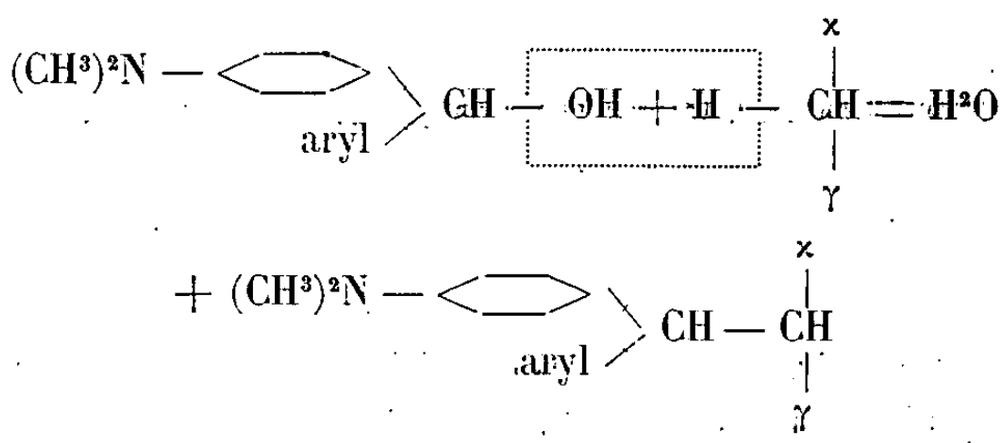


(1) R. Fosse et Baiblon. *Bull. Soc. chim.* 1907, p. 864-866.
(2) L. Baillon, *Ibid.*, p. 866-868.
(3) R. Fosse, *C. R.* 1907.

En étendant cette réaction à plusieurs di aryl-carbinols para di méthylaminés, M. Robyn (1) a pu obtenir un nombre considérable de nouveaux dérivés méthyléniques, répondant à la formule générale :

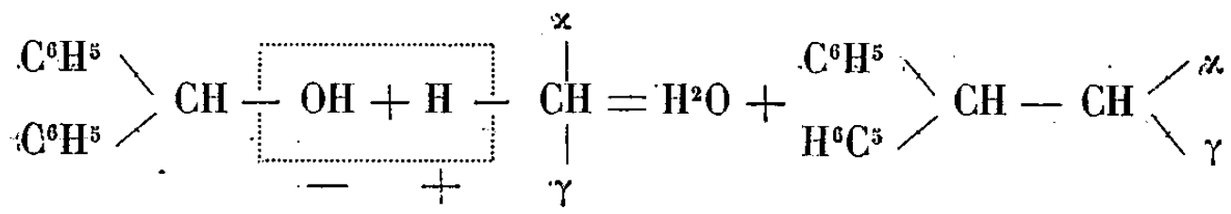


engendrés d'après l'égalité :

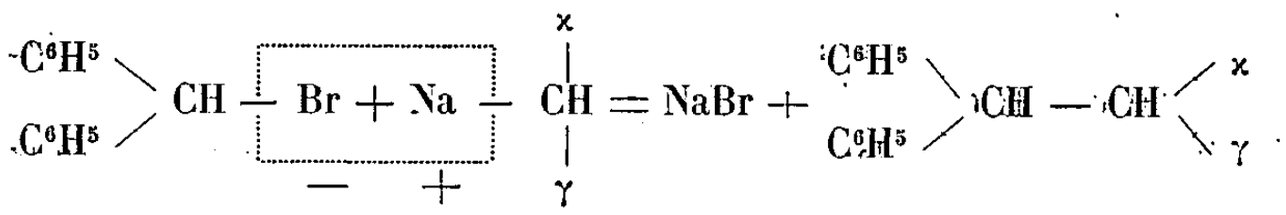


9. — L'oxhydryle du benzhydrol lui-même peut disparaître sous forme d'eau en s'unissant à un atome d'hydrogène méthylénique des éthers β cétoniques, des β dicétones (2), de l'acide malonique.

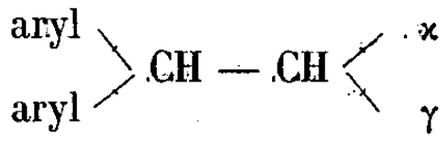
Le benzhydrol et le radical méthénylique se soudent en produisant un dérivé tétrasubstitué de l'éthane.



Pour préparer les corps que représente cette formule générale, il fallait, jusqu'à ce jour, recourir à l'action du diphénylméthane halogéné sur le dérivé méthylénique sodé (Henderson) :



Nous avons pu, grâce à cette méthode, préparer un nombre assez considérable de dérivés représentés par la formule générale :



(1) A. Robyn, *C. R.*

(2) R. Fosse, *C. R.*

MM. A. HÉBERT
Chef des travaux chimiques à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

et F. HEIM
Professeur à l'Institut National agronomique (Paris).

LA PRODUCTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE CHEZ ARUM MACULATUM

— 5 Août —

Chez *Arum maculatum*, l'acide cyanhydrique existe, à l'état libre, uniquement dans les parties vertes; il ne se forme à aucune époque de la végétation dans les parties privées de chlorophylle. Dans les feuilles, la proportion d'acide cyanhydrique augmente depuis la sortie de terre jusqu'au moment de l'ouverture de la spathe, pour diminuer ensuite progressivement jusqu'à la fenaison.

L'acide cyanhydrique est absent dans la spathe et le spadire à tous les stades de leur évolution. La paroi ovarienne verdit au moment de la formation du fruit; l'acide cyanhydrique y apparaît alors et y atteint son maximum, un peu avant la disparition de la chlorophylle et l'apparition simultanée du pigment qui donne au fruit mûr sa teinte rouge. (carotine ?)

Aucun rapport n'a pu encore être établi entre les variations de l'azote nitrique, ammoniacal et organique et les variations simultanées ou corrélatives de l'azote cyanhydrique.

Enfin les gaz prélevés dans la spathe d'*Arum maculatum* ne renferment pas d'acide cyanhydrique.

Le fait que cet acide n'existe que dans les parties vertes de ces végétaux, semblerait infirmer la théorie de Bach sur la formation des matières albuminoïdes dans les plantes, théorie d'après laquelle le phénomène se réduit à l'action de l'aldéhyde formique sur l'acide nitrique des nitrates, ce qui aboutirait à la formation d'hydroxylamine qui, avec l'excès d'aldéhyde formique, donnerait de le formaldoxime $CH^2 = Az - OH$, puis, par transposition moléculaire, de la formiamide $COH - Az = H^2$, point de départ de la synthèse des matières azotées.

Les faits que nous avons constatés confirmeraient, au contraire, la théorie de M. Armand Gautier qui admet que l'acide cyanhydrique provient de la réduction de l'acide nitrique des nitrates par l'aldéhyde formique due à l'action chlorophyllienne. Cet acide cyanhydrique se combinerait à l'excès

d'aldéhyde formique et la condensation d'un certain nombre de ces molécules cyano-aldéhydiques conduirait aux albuminoïdes.

Notre travail montre également que l'acide cyanhydrique ne joue aucun rôle toxique vis-à-vis des insectes fécondateurs qui pénètrent dans la spathe (hypothèse récemment émise par Büsch) car ni spadice ni spatha n'émettent pas trace d'acide cyanhydrique.

La faible proportion de cet acide ne permet pas non plus de le considérer comme un agent de défense de la plante vis-à-vis des phytophages.

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

M. BIGOURDAN

Membre de l'Institut (Paris).

ENQUÊTE RELATIVE AUX TREMBLEMENTS DE TERRE EN FRANCE

— 3 août —

Dans une lettre à M. le Président des Sections de Météorologie et Physique du Globe, et de Géologie et Minéralogie réunies, M. Bigourdan appelle l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à former une liste aussi complète que possible de tous les tremblements de terre ressentis en France jusqu'à ce jour, de fixer l'aire affectée par chacun de ces mouvements. Il a entrepris de former une telle liste, mais il pense que beaucoup de ces phénomènes lui sont restés inconnus : certains se trouvent mentionnés dans les Mémoires des Sociétés savantes, mais il est probable que le plus grand nombre n'a laissé de traces que dans les journaux locaux, d'où il s'agit d'extraire ce qui les concerne.

L'Association Scientifique a rendu autrefois de grands services par l'observation des étoiles filantes, par l'extension du réseau météorologique français, etc. Certainement l'Association française pour l'Avancement des Sciences voudra continuer une si honorable tradition; aussi M. Bigourdan espère-t-il son appui pour compléter la liste dont il vient d'être question.

Il faudrait que chaque Journal fût l'objet d'un dépouillement méthodique, et cela ne peut guère être fait qu'au lieu de publication, car, sans doute, c'est là seulement qu'il serait facile d'en consulter une collection complète.

Dans beaucoup de départements, il suffirait de trois ou quatre correspondants de bonne volonté, un pour chaque Journal : toute mention de tremblement de terre, ou d'autres phénomènes pouvant s'y rapporter (bruits aériens ou souterrains, etc.) serait copiée correctement, *in extenso*, et accompagnée du titre et de la date du Journal, afin de pouvoir, au besoin, remonter à la source. Chaque lieu d'observation ferait l'objet d'une indication spéciale.

On pourrait aussi ajouter le chiffre romain conventionnel par lequel on indique aujourd'hui l'intensité des tremblements de terre : l'échelle la plus

fréquemment employée, au moins en Europe, est celle de De Rossi-Forel, modifiée par M. Mercalli; l'intensité des tremblements de terre y est notée par les chiffres I à X, comme il suit :

I. — *Secousse instrumentale*, c'est-à-dire signalée uniquement par les appareils sismiques.

II. — *Secousse très légère*, sentie seulement par quelques personnes en parfait état de repos, particulièrement aux étages supérieurs.

III. — *Secousse légère*, ou sentie par peu de personnes, relativement à la population d'un pays donné; elle a été à peine sentie et sans appréhension; généralement on ne s'était pas rendu compte que ce fût un tremblement de terre avant toute communication d'impressions avec d'autres personnes.

IV. — *Secousse sensible ou médiocre*, non sentie par tout le monde, mais sentie principalement par les personnes qui se trouvaient à l'intérieur des habitations et d'ailleurs sans effroi. Frémissement de vaisselle, craquement des planchers, léger balancement des objets suspendus.

V. — *Forte secousse*, généralement sentie dans les habitations, et par un assez grand nombre de personnes à l'extérieur. Réveil des personnes endormies; effroi de quelques-unes qui se précipitent au dehors. Tintement des sonnettes, oscillations assez amples des objets suspendus, arrêt d'horloges.

VI. — *Secousse très forte*, sentie par tout le monde. Effroi général; on se précipite au dehors. Chute d'objets et d'enduits. Quelques dommages aux édifices les moins solides.

VII. — *Secousse extrêmement forte.* — Les cloches sonnent. Chute des cheminées et des tuiles. Légers dommages à de nombreux édifices.

VIII. — *Secousse ruineuse.* — Ruine partielle de quelques habitations; dégâts considérables aux autres. Pas de victimes; seulement quelques blessés isolés.

IX. — *Secousse désastreuse.* — Ruine totale ou presque totale de quelques habitations; graves dégâts à beaucoup d'autres devenues inhabitables; victimes sinon très nombreuses, du moins en divers points des lieux habités.

X. — *Secousse très désastreuse.* — Ruine de beaucoup d'édifices. Nombreuses victimes. Crevasses du sol; éboulements dans les montagnes.

M. B. BRUNHES

Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

SUR L'INSTALLATION D'UN SISMOGRAPHE AU PUY DE DOME (1)

— 4 août —

Je désire exposer brièvement dans quelles conditions a été décidée l'installation d'un microsismographe à l'Observatoire du Puy-de-Dôme et quelles raisons en ont, jusqu'à ce jour, retardé l'installation.

(1) Séance des Sections de météorologie et géologie réunies.

Le 31 octobre 1905, je recevais de M. de Lapparent une lettre où il était dit :

« L'Académie des Sciences, désireuse de poursuivre en France les études sismologiques trop longtemps négligées, a prélevé cette année sur les revenus du fonds Debrousse la somme nécessaire pour l'établissement à l'Observatoire de Paris, d'un couple de sismographes de Milne, dont M. Bigourdan se charge d'assurer le fonctionnement. Les appareils sont commandés à Londres chez Munro et vont bientôt être installés.

La Commission de sismologie en a délibéré, et il lui paraît qu'il y a lieu de conseiller au Ministre de faire les frais de l'installation de couples de sismographes Milne dans deux ou trois Observatoires français en dehors de celui de Paris.

L'Observatoire de Paris étant placé sur un épais manteau de couches sédimentaires horizontales, il conviendrait qu'un autre fût assis sur le granit, et un autre en région sédimentaire disloquée.

Pour réaliser la première condition, Clermont semble tout indiqué, et j'ajoute que la personnalité du Directeur de l'Observatoire garantit encore l'intérêt qu'il prendrait à cette étude.

Je viens donc vous demander, au nom de la Commission de sismologie, si vous seriez disposé à entrer dans cette voie, auquel cas la Commission désignerait au Ministre l'Observatoire de Clermont comme un de ceux pour lesquels elle conseille l'allocation d'un subside pour l'établissement des appareils ».

Avant toute chose, je demandai si la commission de sismologie désirait voir installer l'appareil à la station de la Plaine, à Clermont même, ou au sommet du Puy-de-Dôme, cette dernière station présentant pour l'entretien d'un appareil délicat de bien plus grandes difficultés.

M. de Lapparent me répondit (4 novembre) :

« Il y a un point que nous pouvons dès à présent résoudre : c'est au Puy-de-Dôme, et non à Clermont, qu'il faut installer l'appareil. L'insignifiant culot de domite qui est là n'empêche pas qu'on doive se considérer comme posé sur le substratum granitique, sans avoir grand chose à craindre des fractures de la Limagne. »

L'idée de se mettre à l'abri des fractures de Limagne, est donc une idée que le directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme n'a pas eu à discuter, et qui a été formulée par le représentant de la géologie à la Commission de sismologie de l'Académie des Sciences.

Le rôle du Directeur s'est borné à se mettre à la disposition de l'Académie pour assurer à son observatoire l'exécution d'une observation nouvelle, dans les conditions jugées utiles.

Je priai mon ancien élève M. Baldit, qui connaissait bien le Puy-de-Dôme, et qui travaillait alors au Bureau Central, de se mettre en relations avec M. Bigourdan, suivant les instructions données par M. de Lapparent. M. Bigourdan fit à M. Baldit le meilleur accueil, lui montra l'installation de l'appareil Milne à l'Observatoire de Paris. M. Baldit en emporta l'impression, que j'eus à mon tour encore plus nette quelque mois plus tard, que l'appareil Milne était un appareil bien délicat pour qu'on pût en garantir

le fonctionnement régulier à l'Observatoire du Puy-de-Dôme. Je m'en ouvris à M. Bigourdan, qui m'engagea à demander à M. Carpentier d'étudier la construction d'un modèle simplifié de cet appareil. C'était abandonner déjà l'idée primitive de l'installation d'appareils identiques, sortis de chez le même constructeur, dans tous les observatoires français.

En 1906, le Ministre de l'Instruction publique ayant mis à la disposition des Observatoires de Clermont et de Besançon, pour l'installation de sismographes, une somme de 3.000 francs, je m'entendis avec mon collègue M. Lebœuf. Nous commandâmes en principe, l'appareil Milne à M. Carpentier, mais en priant l'habile constructeur d'apporter des simplifications notables à l'appareil original : j'insistai notamment sur la nécessité d'avoir un appareil *qui ne fût pas mis hors de service par l'humidité.* M. Carpentier fit étudier durant quelques mois dans ses ateliers la construction de l'appareil Milne modifié d'après nos desiderata.

Sur ces entrefaites, M. Bigourdan revint du Congrès international de sismologie de Rome (octobre 1906) et me déclara qu'il semblait qu'on eût maintenant des appareils aussi sensibles et plus robustes que le Milne, que, par suite, il valait peut-être mieux attendre que les divers types d'appareils eussent été expérimentés pour s'arrêter à un choix. M. Carpentier, averti, voulut bien arrêter les études entreprises dans ses ateliers, et le Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, attendit que la Commission de sismologie voulût bien lui indiquer d'une façon ferme le type de sismographe à établir au Puy-de-Dôme, se réservant seulement le droit de formuler ses objections s'il s'agissait d'un appareil trop délicat pour fonctionner à coup sûr dans les conditions exceptionnelles où l'on est au sommet du Puy-de-Dôme.

Depuis cette époque, je n'ai cessé de me tenir en relations avec les savants éminents qui composent la Commission de sismologie. Mais celle-ci n'a pas encore formulé un avis définitif. Il y a quelques mois à peine, le Ministre de l'Instruction Publique a pris la décision importante de charger officiellement le Bureau Central Météorologique de France d'organiser en France les observations sismologiques, sous le contrôle d'une Commission nouvelle dont fait partie le Directeur du Bureau Central. Dans ces conditions, il ne reste qu'à attendre les instructions de cette Commission. M. le Directeur du Bureau Central connait trop bien les conditions spéciales des observations au Puy-de-Dôme pour y prescrire l'installation d'un appareil trop délicat.

Ne voulant pas rester sans sismographe pendant cet intervalle de trois ans, j'ai installé, en 1906, au Puy-de-Dôme, un sismographe formé par un pendule de huit mètres de long et de quatre-vingt kilos de masse, analogue à celui qui fonctionne au Pic du Midi. *Cet appareil n'a jamais rien enregistré au Puy-de-Dôme jusqu'à ce jour*, ce qui tendrait à prouver

qu'il n'est pas assez sensible pour enregistrer des microséismes et que d'autre part, le socle granitique de la chaine du pays est bien stable, et qu'on n'y ressent pas les secousses qui peuvent prévenir des mouvements du sol dans la Limagne, ce qui confirme l'opinion de M. de Lapparent, laquelle est partagée par M. Lacroix, qui représente actuellement la géologie à la Commission de sismologie.

M. Alfred ANGOT

Directeur du Bureau central météorologique de France.

SUR L'ORGANISATION DES OBSERVATIONS SISMOLOGIQUES EN FRANCE

— 4 août. —

Les études sismologiques, longtemps négligées en France, vont probablement y prendre d'ici peu un développement qui sortira notre pays de l'état d'infériorité où il était sur ce point vis-à-vis de l'étranger.

Par arrêté en date du 23 mai 1908, M. le Ministre de l'Instruction publique a institué auprès de son département une Commission de sismologie,

« à l'effet d'examiner toutes les questions relatives à l'organisation de la station centrale et des stations locales de sismologie, tant dans la métropole que dans les colonies françaises, et aux rapports avec l'Association internationale de sismologie. »

La composition de cette Commission est la suivante : *Président :* M. Darboux, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. *Membres :* MM. Angot, Baillaud, Bayet, Bigourdan, Bouquet de la Grye, Lacroix, Lippmann, Poincaré, de Saint-Arroman.

La Commission a tenu sa première réunion le 13 juin. Après avoir examiné l'état de la question, les travaux antérieurs et discuté les moyens d'organiser les observations de la manière la plus simple, la plus rapide et la moins coûteuse, elle a décidé de confier l'organisation des observations sismiques au Bureau central météorologique de France. La station centrale sera installée à l'Observatoire du Parc-Saint-Maur, dans le nouveau pavillon magnétique, que le voisinage de tramways à traction électrique a rendu impropre à sa destination première.

Ces mesures ont déjà reçu un commencement d'exécution. Un sismographe Milne à enregistrement photographique, appartenant à l'Académie des Sciences, et qui a déjà été quelque temps en service à l'Observatoire de Paris, vient d'être transporté à Saint-Maur. On achève actuellement le pilier sur lequel doit être placé l'instrument et, d'ici à quelques jours, les observations régulières pourront commencer dans de bonnes conditions d'installation.

Cette organisation sera augmentée successivement à mesure que les ressources nécessaires seront mises à la disposition du Bureau central. L'Académie des Sciences peut consacrer une certaine somme à l'achat de sismographes. Mais ce n'est pas tout que d'acheter des instruments, il faut encore en assurer l'entretien et la marche régulière, ce qui ne laisse pas que d'entraîner des dépenses appréciables. Ainsi le grand sismographe Rebeur-Ehlert de la station centrale de Strasbourg consomme pour 500 francs environ de papier photographique par an.

Pour assurer le développement des études sismologiques en France, deux choses sont également indispensables : des bonnes volontés et des ressources pécuniaires. On est assuré de rencontrer les premières ; il faut souhaiter que les secondes ne se fassent pas trop attendre et que le manque d'argent ne vienne pas retarder l'accomplissement de l'œuvre qu'a entreprise la Commission française de sismologie.

M. O. MENGEL

Directeur de l'Observatoire météorologique (Perpignan).

APERÇU SUR LA TECTONIQUE ET LA SISMICITÉ DES PAYS CATALANS

— 4 août —

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences (séance du 20 janvier 1908), M. Bigourdan signale l'intérêt qu'il y aurait à doter les Pyrénées de deux nouvelles stations sismiques aux extrémités de la chaine, et il pense que pour l'extrémité orientale, l'Observatoire météorologique et magnétique de Perpignan pourrait offrir à ce point de vue quelques ressources.

C'est en prévision du choix de Perpignan comme station sismique secondaire et pour en préciser l'opportunité, que je me suis livré à une enquête préliminaire sur la fréquence, l'origine et la nature des divers sismes ressentis à l'extrémité orientale des Pyrénées au cours des périodes géologique et moderne en tâchant d'établir leur corrélation avec l'architecture du sol. Je donne ici les premiers résultats de cet essai pour la région — Roussillon et Catalogne — qui se trouve en relation tectonique avec l'extrémité orientale de l'axe pyrénéen, c'est-à-dire pour l'ensemble des *Pays Catalans*, constituant l'ancienne *Marca Hispanica* de Charlemagne, et dont je donnerai plus loin une définition géologique.

I. — Esquisse géologique.

La topographie actuelle de cette région, dont la carte ci-jointe *(Fig. 1)* donne un aperçu, explique difficilement l'unité politique de cette ancienne

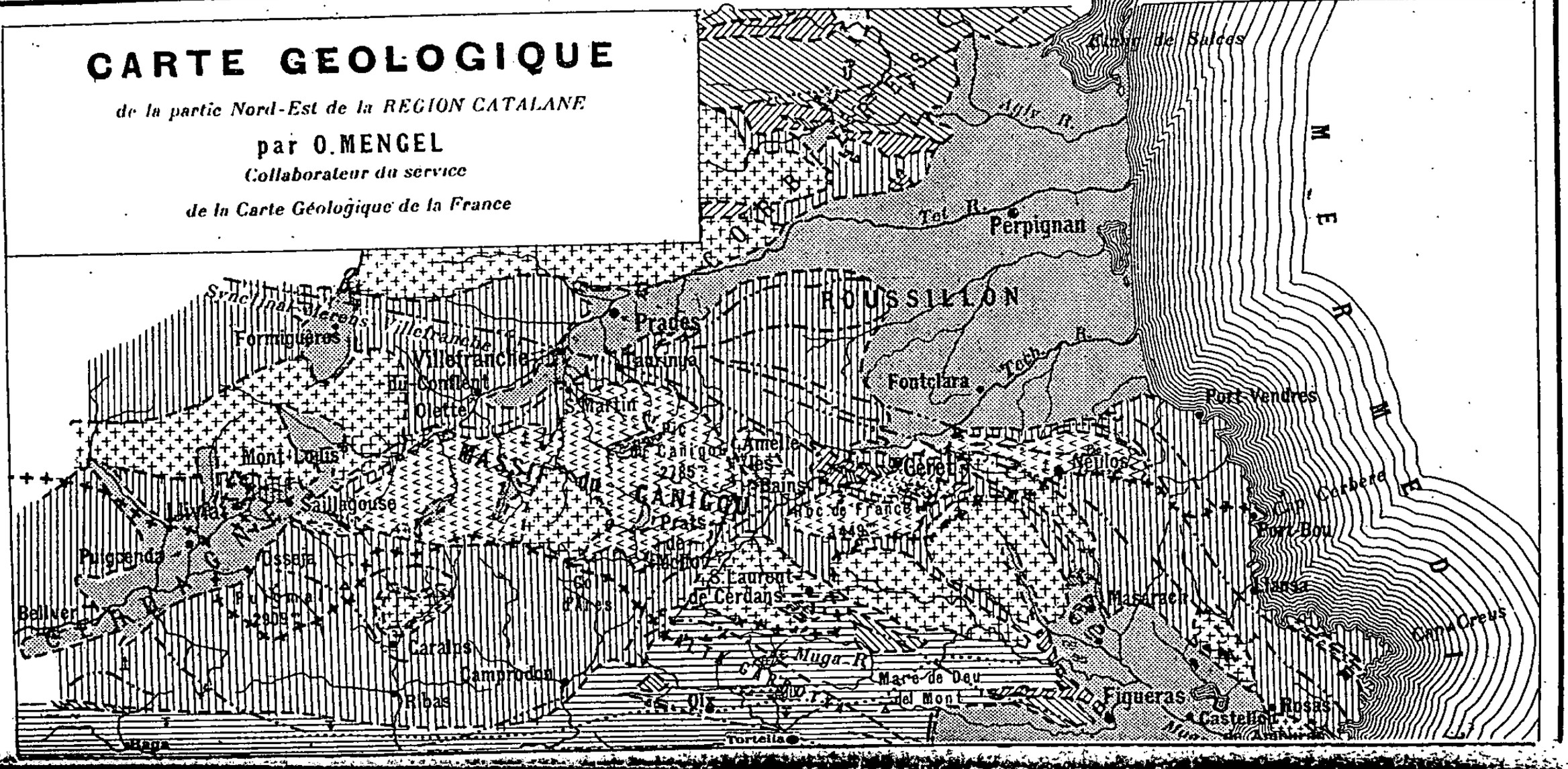
CARTE GEOLOGIQUE

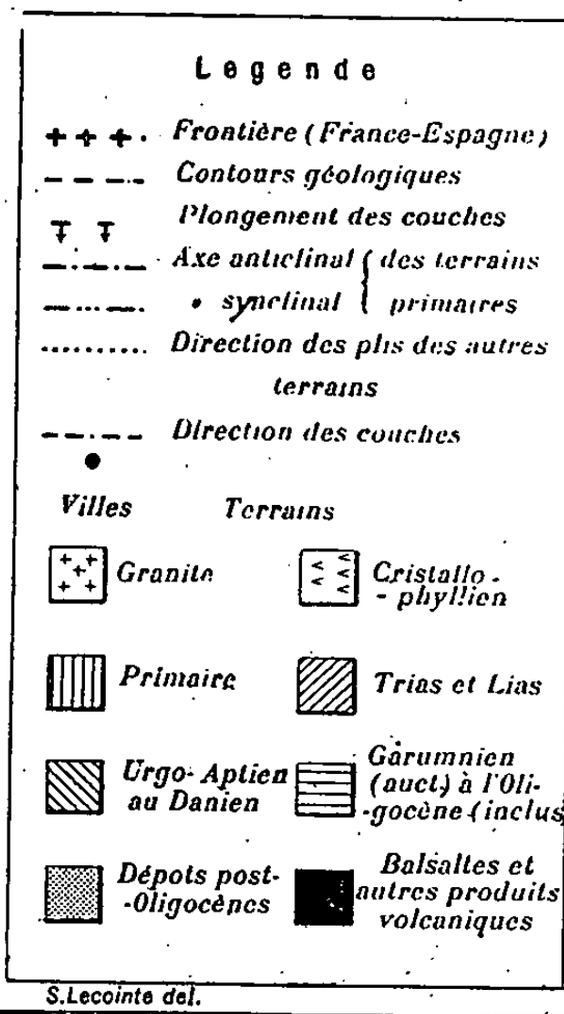
de la partie Nord-Est de la REGION CATALANE

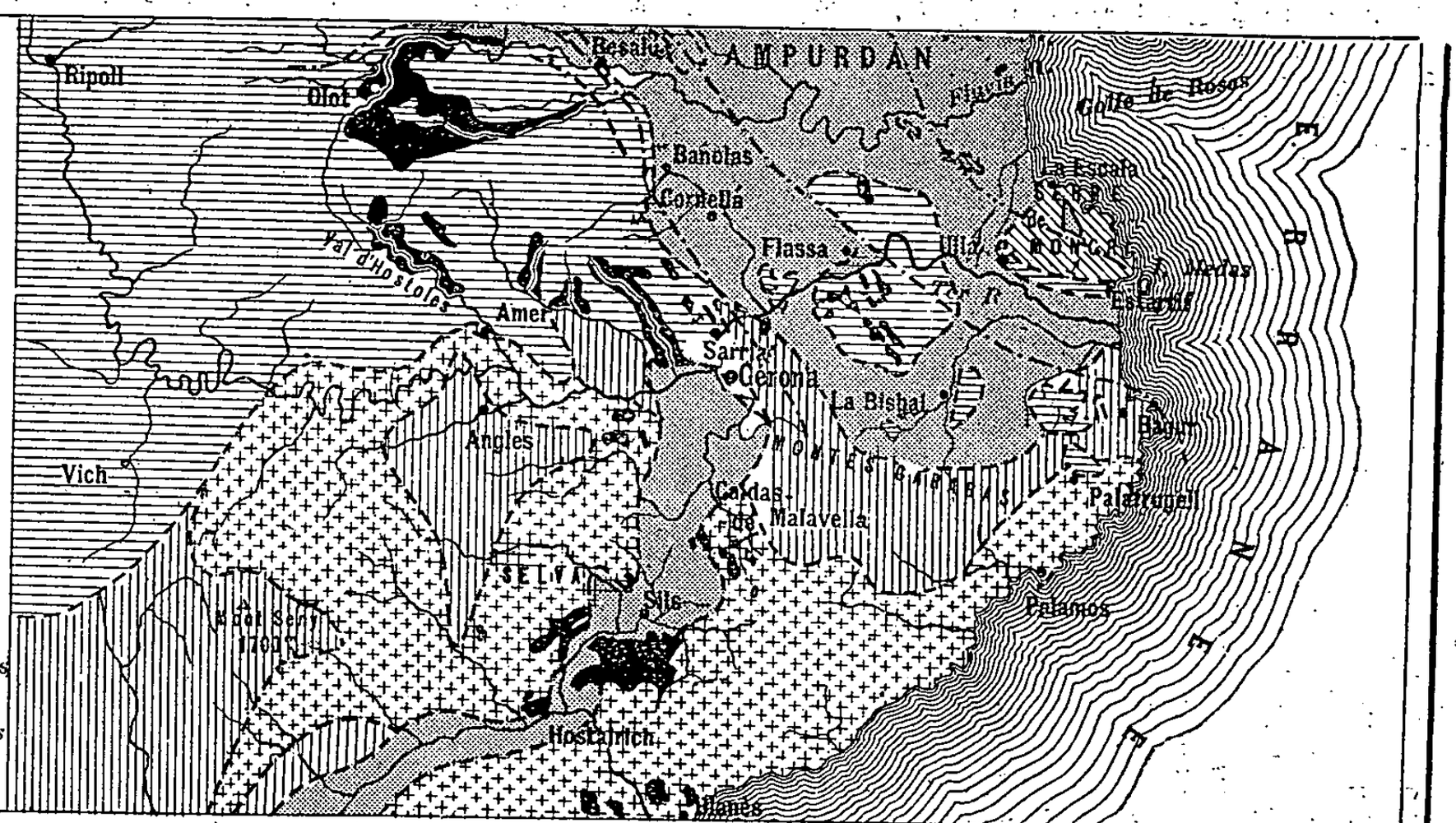
par O. MENGEL

Collaborateur du service

de la Carte Géologique de la France







S.Lecointe del.

province constituée en grande partie par deux centres principaux de culture, le Roussillon et l'Ampurdan, que l'on voit séparés par l'aride et abrupte chaîne des Albères. Cette chaîne, barrière politique naturelle, qui, si l'on s'en rapporte à la continuité des lignes de faîte, devrait logiquement se prolonger jusqu'au cap Creus, semble moins nettement définie comme telle, si l'on se place au point de vue climatique. On constate, en effet, qu'elle n'a pu empêcher l'expansion de la faune et de la flore ibérique jusque sur les contreforts des Corbières, et elle ne paraît pas avoir été un bien grand obstacle à la dispersion dans les vallées du Roussillon des antiques Cérétans, peuplades de *tra los montes* que la légende nous présente comme les ancêtres des Catalans français. Aussi ne doit-on pas être surpris des tentatives faites à plusieurs reprises par les anciens géographes catalans, et encore vers 1835, par Th. Junoy (1), pour établir que la véritable extrémité orientale des Pyrénées ne pouvait être que la pointe de Leucate.

Or, coïncidence assez curieuse, l'ancienne *Marca Hispanica* paraît précisément correspondre à un *ensemble* tectonique, ensemble formé par une sorte de digitation en plan de la chaîne pyrénéenne que je vais essayer de mettre en évidence.

On sait depuis longtemps que les Corbières, qui limitent le Roussillon au nord, sont constituées par un faisceau de chaînons divergeant de l'axe pyrénéen, entre les vallées de l'Aude et de la Tet et fortement infléchis vers le nord-est, à la hauteur du massif paléozoïque de Mouthoumet (2). Dernièrement, j'ai montré qu'à partir de la latitude de Camélas, les strates du versant nord-est du Canigou commencent, au contraire, à obliquer nettement vers le sud-est et que les Albères, obéissant à cette direction, appartiennent à un faisceau de plis en *éventail* qui prend naissance dans la région d'Oms. Des courses récentes de l'autre côté de la frontière m'ont conduit à voir dans le revers méridional du chaînon formant le cap Creus un anticlinal granitique fortement chevauché vers le nord, principalement dans sa partie médiane, et dont le flanc normal disparaît sous les alluvions pliocènes, pléistocènes et modernes de la baie de Rosas. L'anse méridionale de cette baie est constituée par les calcaires Crétacés de la serre de Montgri qui se relient, ainsi qu'on peut le constater par les affleurements de San Feliu, au sud-ouest de Vilademat, et de San-Miguel, aux calcaires de même âge de Figueras, Pont de Molins, sud de Vuire (3),

(1) *Histoire manuscrite des Cérétans*, par Th. JUNOY, prieur du couvent de Saint-Dominique, à Puigcerda.

(2) Voir sur ce sujet la toute nouvelle et magistrale étude de M. Léon BERTRAND, intitulée : *Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées Orientales et Centrales*. *B. C. G. F.*, n° 118, t. XVII, 1906-1907.

(3) D'après la détermination que M. TOUCAS a bien voulu faire des Hippurites que j'ai recueillis en cette région, il résulte qu'on a là de l'Angoumien inférieur caractérisé par la présence de *H. præpetrocoriensis* (Viure à Pont de Molins), de l'Ang. moyen et du Santonien caractérisé par *H. inferus* (la Pradeille à Arget), *H. præcanaliculatus*, *Præradiolites plicatus*.

Fontfrède, Carbonills, Coustouges. Cette bande de Crétacé semble conservée dans l'axe d'un synclinal, compris entre deux faisceaux anticlinaux hercyniens : au nord celui du cap Creus, et au sud un faisceau anticlinal qui n'a pas encore été défini et dont je vais essayer de préciser la situation en le dénommant *Anticlinal Prats de Mollo-Gerona* (1).

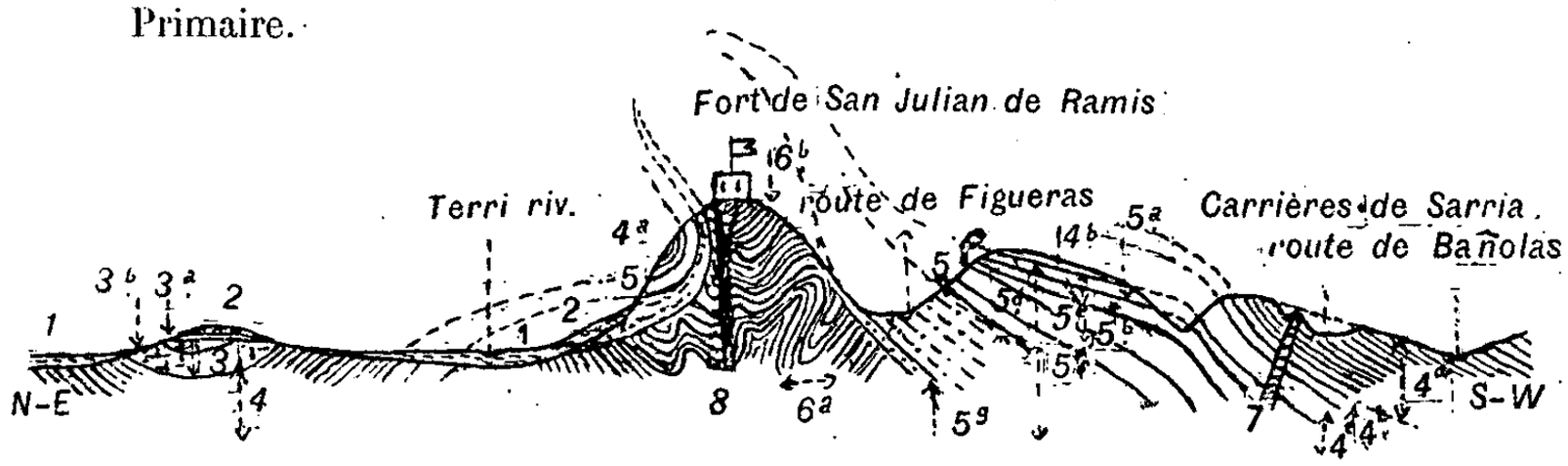
Dès 1906, j'ai indiqué sur la carte jointe à mon compte rendu annuel (2) une allure anticlinale prenant naissance dans la région du col d'Ares, au sud de Prats de Mollo. L'exploration plus complète de la curieuse mais difficile région de l'Alta Garrotxa, et en particulier du chaînon de la Mare de Deu del Mont, m'a permis depuis de suivre assez loin vers le sud, par des boutonnières ouvertes au milieu des terrains tertiaires, le substratum cristallin ou paléozoïque, et de constater la discordance de direction des deux formations superposées. Comme je l'ai déjà dit, d'une façon générale sur la bordure méridionale de la chaîne pyrénéenne les plis tertiaires sont orientés ouest-est et chevauchés vers le nord sur un primaire à plongement souvent inverse. Toutefois, au voisinage de certains affleurements de terrains anciens, notamment dans la région d'Oix-Bajet, j'ai observé un brouillage de couches nummulitiques assez marqué, qui fait perdre momentanément la direction générale des plis ; c'est dans cette région, près de Salarza, que j'ai rencontré des calcaires à Cyrènes, dirigés nord-ouest-sud-est, appartenant vraisemblablement au Crétacé supérieur, et que non loin de là, entre Oix et Sadernas, M. L. Vidal signale un affleurement de Crétacé. Cependant, vers le promontoire de la Mare de Deu, il est permis de suivre une inflexion régulière vers le sud-est des strates tertiaires qu'on voit ici épouser les ridements hercyniens. Il en est de même entre Argelaguer et Besalú, où les marnes et les calcaires bleus du Lutécien moyen s'infléchissent vers le sud-est, à travers la vallée de Fluviá, qu'ils barrent en quelques points de leurs strates verticales. Les suivant jusqu'à Bañolas, on les voit former à l'extrémité septentrionale du lac une voûte anticlinale qui paraît brusquement rompue par une fracture transversale. Le lac de Bañolas, dernier vestige d'un lac beaucoup plus étendu et comblé peu à peu par l'accumulation de characées pétrifiées — comme le sera tôt ou tard ce qui en reste actuellement — occupe précisément l'axe de cet anticlinal tertiaire ; d'ailleurs, l'existence d'une source sulfureuse froide à grand débit (1.500 mètres cubes en vingt-quatre heures) et la présence assez inattendue d'un affleurement de gypse à Porqueras, en plein Lutécien moyen, donnent à penser que les cassures doivent être nombreuses en cette région.

De Bañolas à Sarriá de Gerona, le plongement du Tertiaire est à peu

(1) Je le dénomme ainsi pour plus de commodité, bien que les villes en question ne se trouvent pas exactement sur l'axe même de l'anticlinal principal du faisceau.

(2) *C. R. des Collaborateurs de la Carte géologique de France*, n° 115, t. XVII (905-1906).

près uniformément sud-ouest, comme s'il dépendait du flanc méridional normal d'un anticlinal passant un peu plus au nord. Et, en effet, entre Sarria et Medina, nous voyons émerger de dessous le Garumnien (auct.) de la base du Tertiaire, une série discordante de schistes et de calcaires paléozoïques dirigés est-sud-est et allant former, au nord de Gerona, la Serre de Montes Gabarras. La coupe ci-dessous, prise un peu à l'ouest de celle qu'a donnée de cette région mon éminent maître en ce pays, M. Luis Mariano Vidal, donne une idée des relations tectoniques du Tertiaire et du Primaire.



COUPE PAR LES CARRIÈRES A CIMENT DE SARRIA DE GERONA ET LE FORT (EN CONSTRUCTION) DE SAN JULIAN DE RAMIS.

1. Alluvions récentes. — 2. Cailloutis pleistocène et pliocène. — 3. Oligocène et Lutécien sup. (3ª poudingues 3ᵇ alternances de marnes et de calcaires gréseux). — 4. Nummulitique (4ª Lutécien moyen, alternances de marnes calcaires à *Nummulites Crassus, N. Lucasi*; 4ᵇ Lutécien inférieur, zone à *Assilina Leymeriei*; 4ᶜ Calcaires à Miliolites). — 5. Garumnien (auct.) [5ª Calcaire à plages gréseuses et à trous de vers; 5ᵇ petite épaisseur de marnes jaunes et rouges; 5ᶜ Calcaires jaunâtres, 5ᵈ Marnes rouges, 5ᵉ Grès blanc-rosé à petits éléments, 5ᶠ grande épaisseur d'alternances de marnes rouges gréseuses et de poudingues, 5ᵍ zone à *Bulimus Gerundensis*, comprenant ici une petite épaisseur de marnes rouges et à la base un poudingue à ciment calcaire]. — 6. Primaire de la Serre de Montes Gabarras (6ª Schistes verdâtres du Silurien moyen, 6ᵇ Schistes esquilleux rosés avec calcaire marmoréen, et calcaire dolomitique ferrifère du Gothlandien et du Dévonien infér.). — 7. Filon de basalte. — 8. Filon de quartz avec barytine et galène argentifère.

Il est intéressant de se demander comment cet anticlinal se comporte plus à l'est. Ici, en raison de la disparition des documents lithologiques et paléontologiques sous les eaux méditerranéennes, je serai obligé d'entrer dans le domaine de l'hypothèse, mais en me laissant guider, toutefois, par l'allure d'ensemble.

M. Léon Bertrand, dans sa *Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées Orientales et Centrales*, page 172, dit :

> Si la direction des couches du cap Creus est nord-sud, ainsi que l'a figuré M. Roussel, ce serait une présomption sérieuse en faveur de la continuation des plis de terrains primaires des Pyrénées dans la chaîne de Catalogne, *en tant que plis anciens*.

Je ferai tout d'abord remarquer qu'au cap de Creus les plissements ne sont point nord-sud, mais nord-ouest-sud-est, c'est-à-dire encore sous le régime de la direction armoricaine. Si, réellement, comme je le pense, il y a passage de cette direction à la direction varisque, c'est un peu plus au sud-est, sous les flots de la Méditerranée, qu'il faut aller chercher ce retournement.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, le Crétacé de l'Ampurdan occupe l'axe d'un synclinal à direction armoricaine; or, M. L. M. Vidal (1) a constaté que la faune de ce Crétacé est identique à celle de l'Urgo-aptien des Baléares. Ce fait, rapproché de la concordance de direction des lignes de plissements des Baléares et de la chaîne côtière catalane, me paraît déjà un argument sérieux en faveur de la réapparition vers le sud de la Catalogne des plis pyrénéens.

Si, d'autre part, nous examinons la région de Bagur, nous verrons tout d'abord, entre Regencos et Bagur, poindre à travers les curieuses dunes qui portent la pinaie de Regencos un calcaire marmoréen, à traînées sphatiques d'Encrines, vraisemblablement dévonien. Dirigé d'abord est-sud-est et plongeant au nord-nord-est, on le voit, à 500 mètres de Bagur, s'infléchir fortement vers le sud. Un peu plus loin, à l'est, entre Bagur et la mer, existe un vaste développement de calcaires zonés, rappelant, quoique avec un métamorphisme plus accusé, la formation calcaréo-schisteuse à lumachelles d'Encrines, qu'on rencontre entre Ribas et l'Hôtel des Bains. A Bagur, ces calcaires reposent sur des schistes sériciteux bariolés et excessivement froissés avec nodules calcaires écrasés, à traces d'Orthocères qui indiquent suffisamment leur âge Gothlandien. C'est donc à l'horizon supérieur de cet étage, ou tout au moins au Dévonien inférieur, que, comme à Ribas, je ferais remonter les calcaires zonés de Bagur. A l'est de cette localité, comme à l'ouest, l'incurvation des plis vers le sud est manifeste; malheureusement la mer, aussi bien qu'un métamorphisme croissant dû aux premières apophyses du massif granitique de Palamos, nous empêche de les suivre vers le sud-est. D'ailleurs, nous atteignons ici, entre Bagur et Palafrugell, l'axe granitique de ce qui reste de la Chaîne catalane (2); et nous serions déjà sur le retour des plis. Je crois bon d'ajouter que la côte de Bagur m'a paru fortement troublée par tout un système de fractures radiales et longitudinales.

En *résumé*, des considérations qui précèdent, il me semble possible d'inférer que le sol des Pays Catalans est constitué par un système de plis formant deux faisceaux convergents vers la fosse méditerranéenne et comprenant entre eux le Géosynclinal nummulitique sud-pyrénéen. L'un, à direction armoricaine, comprendrait toute l'extrémité orientale de la chaîne pyrénéenne, du Roussillon au Bas-Ampurdan; l'autre, à direction varisque, engloberait la chaîne côtière catalane — considérée comme provenant du retournement en plan de l'anticlinal Prats de Mollo-Gerona — et les Baléares. C'est ce complexe, déjà bien disloqué, qui constitue ce que, au sens géologique, je dénommerai la *Région Catalane*.

(1) L. M. Vidal : *Reseña Geológica y minera de la provincia de Gerona, del Boletin de la Comision del mapa geologica de España*. p. 3, Madrid, 1886.

(2) G.-F. Dollfus : *Relation entre la Géologie et l'Hydrographie en Catalogne, B. S. G. Fr.*, série 3, t. XXVI, 1898.

II. — Aire volcanique.

Les éruptions volcaniques basaltiques de la Catalogne peuvent être réparties en deux zones principales : l'une essentiellement volcanique, allant du Vallès à Olot, par le val d'Hostoles ; l'autre, simplement d'épanchement, constituée par une ligne sinueuse de venues basaltiques, remplissages de crevasses ouvertes à travers les diverses formations cristallines ou sédimentaires qui bordaient les anciens golfes pliocènes ou pléistocènes de Rosas et d'Estartit, ainsi que les anciens lacs quaternaires du versant occidental de la Chaîne catalane.

Sans discuter de l'âge de ces éruptions, dont M. Cazurro vient de traiter avec la plus grande compétence (1), je me contenterai d'ajouter quelques considérations sur la raison tectonique probable de la zone volcanique.

D'après la carte dressée par M. Cazurro, on peut considérer cette zone comme pointée, dans le sens de sa largeur, d'une série de cratères disposés en lignes transversales à sa direction nord-ouest-sud-est, c'est-à-dire sensiblement normales au faisceau anticlinal Prats de Mollo-Gerona. Il me semblerait alors naturel de regarder ces cratères comme les témoins superficiels d'une série de fractures de profondeur normales à la direction des plis hercyniens, conséquence probable du heurt des plis tertiaires dans leur chevauchement vers le nord sur les plis anciens à direction discordante ; et ce seraient ces fractures qui, ultérieurement, auraient guidé, peut-être sous le contre-coup de l'effondrement de l'extrémité orientale de la *Région Catalane*, la sortie plus ou moins violente du magma éruptif.

III. — Sismes modernes.

Devant publier la relation complète des *sismes* (= *séismes*) catalans dans le Bulletin de la Société Ramond, je me bornerai, pour aider à l'intelligence de la discussion qu'elle comporte, à donner ici un tableau résumé de ces « *terratremols* », renvoyant pour les références au dit bulletin. Toutefois, je crois bon de dire dès maintenant que la nomenclature des sismes de la Catalogne espagnole, à quelques additions près, est extraite du très intéressant mémoire, déjà cité, de MM. Calderón, Cazurro et Navarro, et que, pour les recherches bibliographiques complémentaires auxquelles j'ai dû me livrer, je dois les plus vifs remerciements à mes savants confrères espagnols Salv. Calderón, J. Com. Sala, M. Font y Sagué, ainsi qu'à mes amis, les érudits catalans, Pierre Vidal, Fr. Anglade, J. Witwer de Frontiguen.

(1) S. Calderón, M. Cazurro y L. Fer. Navarro. — *Formaciones volcanicas de la provincia de Gerona Mem. de la R. S. Esp. de Hist. Natural*, t. IV, mem. 5ª. Madrid, 1907.

TABLEAU DES SISMES CATALANS

De 1224 à 1907.

ANNÉES	MOIS	JOUR	HEURE	LOCALITÉS	INTENSITÉ (*)
1224	11	16	9	Barcelona	IV
1321	»	Noël	»	Perpignan	VI
1330	2	21	6	Perpignan	V
1370	»	»	»	Perpignan	VI
1373	3	2	0	Ulla	IV
1373	3	2	9	Roussillon et Catalogne	VII
1373	3	3	9	Perpignan	VII
1373	3	18	18	Perpignan	III
1373	3	19	soir	Ullà	V
1373	5	3	soir	Perpignan	V
1373	5	22	soir	Pergignan	II
1373	5	24	»	Catalogne	II
1374	2	2	»	Roussillon et N.-E. Catalogne	VIII
1376	2	1	»	Catalogne	V
1380 ou 1381	2	21	matin	Perpignan et Roussillon	V
1381	4	27	»	Perpignan	III
1396	12	18	soir	Valencia à Tortosa	IX
1404	5	2	»	Gerona	VIII
1410	3	30	»	Barcelona	VII
1420	très	fréqu	ent	Tortosa à Perpignan	»
1421	»	»	»	Olot	»
1425	»	»	»	Barcelona	»
1426	3	»	»	N.-E. de la Catalogne	VII
1427	2	23	»	»	»
1427	3	2, 13	»	Val d'Hóstoles	IX
1427	3	14, 15	»		
1427	3	17, 19	»		
1427	3	21, 22	»		
1427	4	22, 23	nuit	Barcelona	»
1427	5	15	»	Olot	X
1427	12	Noël	11	Barcelona	VIII
1428	2	2	»	Olot	X
1428	2	2	»	N. Catalogne	»
				Roussillon	IX
				Cerdagne	»
1428	2	2	»	Barcelona	IX
1428	2	2	8	Perpignan	VI
1430	1	»	»	Puigcerda	V
1433	3	10	»	Arles-sur-Tech, N.-E. Catalogne	VII
1435	11	6	»	Barcelona	IV
1448	5	25	1	Gerona et Vallès	VIII
1448	5	25	0	Perpignan	VII
1450	9	16	»	Cerdagne	VIII
1450	9	16	»	Perpignan	VII
1456	2	9-10	nuit	Puigcerda	»
1466	»	»	»	Catalogne	»
1511	12	23	6	Barcelona	III
1525	7	4	11	Barcelona	IV
1560	2	15	9	Perpignan	»
1580	4	»	22	Cornellà (Catalogne)	V
1605	12	20	»	Barcelona	III
1633	6	2	»	Barcelona	»
1660	6	21	»	Barcelona	»
1660	6	21	nuit	Bordeaux à Narbonne	VIII
1703	1	6	7	Barcelona	IV
1750	5	24-25	nuit	Bordeaux à Narbonne	»
1755	11	1	»	Prats de Mollo	VI
1755	11	1	nuit	Caldas de Mallavella	»
1763	10	16	15	S. du Canigou	VIII
1772	12	25	5	Prats de Mollo	VII
1776	4	24	12	Gerri	IX
1776	4	24	»	Perpignan	II
1783	2	»	»	Prats de Mollo	VII
1797	8	11	15	Rivesaltes-Collioure	VII
1797	8	13	23	Perpignan-Albères	VI
1797	9	8	»	Ille-sur-Tet	V
1798	8	11	soir	Caldas de Mallavella	»
1798	8	12	»	Olot	III
1813	7	18	17	Rosas	VI
1852	1et2	»	»	Olot	»
1873	11	26	»	Barcelona	»
1887	2	23	5.47	Perpignan (obs.)	I
1897	3	23-24	nuit	La Selva	II
1901	10	»	»	Palamos	II
1901	12	16	»	Vallée de Latour de Carol	III
1901	12	30	»	Gerona	IV
1902	5	6	3.05	Saint-Laurent de Cerdans	IV
1902	5	6	»	Formiguères	III
1903	4	17	1	Rosas	II
1903	4	20	8.45	Salces, Perpignan, Port-Vendres, Port-Bou	III
1903	4	20	8.45	Rosas	IV
1903	6	18	2.20	Olette à Osséja	III
1904	7	13	15.16	Perpignan (obs.)	I
1905	4	2	4	Port-Vendres	II
1905	4	29	2.3	Perpignan (obs.)	I
1905	7	23	3.34	Perpignan (obs.)	I
1905	9	8	2 et 4.20	Perpignan (obs.)	I
1905	9	12	3.30	Perpignan (obs.)	I
1906	1	4	5.40	La Sellera, Amer	IV
1907	2	18	2.45	Rubi (en Vallès)	V
1907	2	22	16.03	Barcelona	III
1907	10	21	4.36	Tortella, près Besalu	IV

(*) Les intensités sont évaluées en degrés de l'échelle Mercalli.

*
* *

La comparaison de ce tableau avec les éphémérides sismiques des autres contrées montre que les sismes que je viens de mentionner peuvent se classer en deux catégories : l'une comprenant les microsismes antérieurs au XIX^e^ siècle, qui, à part quelques-uns comme ceux de 1755 à 1783, ont une origine purement *régionale*, l'autre englobant les rares macrosismes des XIX^e^ et XX^e^ siècles, ainsi que les microsismes de ces dernières années et qui présente un caractère *extra-régional* très accusé.

Nous occupant tout d'abord des premiers de ces sismes, nous voyons que la Région Catalane a été au cours de notre ère le siège d'un réveil d'activité sismique tout à fait remarquable, qui, préparé dès la dernière moitié du XIV^e^ siècle, atteignit son paroxysme en 1427-1428.

L'esquisse tectonique que j'ai donnée plus haut va nous permettre de suivre facilement le processus des trois phases principales que comporte cette longue série de « terratremols ».

Au début, de 1373 à 1376, c'est dans la partie N.-E. des pays catalans, en Roussillon, que semble naître, assez brusquement, ces perturbations sismiques qu'on voit ensuite se propager peu à peu vers le sud. Dès 1396, à la latitude de Valence, se manifeste, avec cette fois propagation vers le nord, une recrudescence d'activité, signe précurseur des *grans e speuentables terratremols*, qui, dix-sept ans plus tard devaient ravager le Val d'Hóstoles, d'Amer à Olot où le phénomème atteignit son intensité maximum. Ces sismes de nature quasi-volcanique (projection de gaz incandescents et de boues, ouvertures de crevasses de deux à six lieues de longueur) semblent en 1427, cantonnés au sud du faisceau anticlinal Prats de Mollo-Gerona, suivant la ligne des anciennes fractures volcaniques. Après sept mois d'un repos trompeur, en février 1428, à Barcelone, *resegui una molt forta e desastrada e molt terrible percudida de terratremol semblant de la qual no era estada sentida en lo passat*. Cette secousse n'était que la répercussion d'un fort tremblement de terre dont l'épicentre se trouvait dans la région d'Olot qui fut à nouveau ruinée. Mais, cette fois, les ébranlements semblent, à part l'espèce de choc en retour qui se produisit à Barcelone, s'être propagés plutôt au nord de l'anticlinal jusqu'au delà de la chaine pyrénéenne. Ils occasionnèrent de grands désastres à Castellfullit, Besalù, Bañolas, Castellón de Ampurias. Le massif du Canigou paraît également avoir été fortement ébranlé, si l'on en juge par les effets destructeurs constatés le long des synclinaux ou des plis-failles périphériques : Prats de Mollo, Caralps, Puigcerdà, les abbayes de Saint-Martin du Canigou et de Fontclara près Banyuls des Aspres furent démantelés et Perpignan fortement secoué.

Il résulte tout d'abord de ces faits que, contrairement à une opinion émise, la Chaine pyrénéenne ne sert nullement d'écran aux tremblements

de terre ayant leur origine en Espagne ; elle paraîtrait plutôt, du moins dans sa partie orientale, gêner le passage en Espagne des ondes sismiques venant d'entre nord et nord-est. D'autre part, il me semble qu'on peut voir dans les trois phases de ces diverses manifestations dont je viens de traiter un ensemble de phénomènes résultant d'une oscillation à grande amplitude de la Région Catalane (1re phase), suivie d'un déclanchement du fuseau anticlinal Prats de Mollo-Gerona, qui, par une sorte de mouvement de bascule, rejoua successivement suivant les fractures volcaniques du sud-ouest (2e phase) et les cassures d'effondrement du nord-est (3e phase), avec convergence des effets maxima vers Olot, c'est-à-dire vers la région d'ennoyage des plis anciens sous les épais dépôts du Géosynclinal nummulitique.

*
* *

Le XIXe siècle, soit par manque de documents, soit pour cause de calme relatif, ne nous donne à peu près rien, malgré de forts tremblements de terre à épicentre souvent très proche de nous — tel celui d'Andalousie, en 1884 —. Toutefois, l'examen d'éphémérides sismiques concernant l'Europe occidentale me porte à croire que le XIXe siècle est réellement une période de repos relatif et que les rares secousses sismiques qui ont agité la Région Catalane sont plutôt d'origine lointaine et bien rarement des macrosismes.

Or ce n'est qu'à partir de 1887 que l'existence des microsismes a pu être décelée, quoique bien imparfaitement, à l'Observatoire de Perpignan, soit par un sismographe Cecchi, mal installé, mais qui a cependant donné des résultats satisfaisants lors du tremblement de terre de Nice (Fines *C. R. Ac. Sc.*, 28 février 1887), soit par les appareils magnétiques, malheureusement perturbés depuis 1900 par des influences locales durant les deux tiers de la journée.

Figurent sur le tableau les microsismes observés au moyen de ces instruments un peu au hasard des circonstances, ainsi que les macrosismes relatés par la presse régionale ; mais je n'ai pas cru devoir y inscrire les microsismes relevés régulièrement depuis 1904 à l'Observatoire de Tortosa et depuis 1906-1907 à l'Observatoire Fabra de Barcelone, renvoyant pour l'examen de ces phénomènes aux publications de ces établissements. Je me contenterai, pour donner une idée de la sensibilité sismique de l'extrémité orientale des Pyrénées, d'insister un peu sur quelques-uns des derniers sismes.

1902, 6 mai, à 3 h. 5 m. — Deux secousses à une minute d'intervalle dans la région Saint-Laurens de Cerdans et Serralongue ; nous sommes ici dans le voisinage du nœud de l'anticlinal Prats de Mollo-Gerona avec le massif du Canigou. C'est une manifestation locale du passage d'une onde sismique qu'on peut suivre par Formiguères jusqu'à l'Océan sur tout le revers septentrional de la chaîne et qui est vraisemblablement en relation avec les éruptions du 8 mai

du mont Pelée. Ressentie fortement à Murcie, elle ne donne rien au sismographe de San Fernando.

1903, 20 avril, 8 h. 54 m. — Secousse enregistrée par le sismographe de Perpignan, et ressentie dans tout le Roussillon, mais spécialement suivant la ligne de plissement des Albères : Laroque des Albères, Saint-Genis, Sorède, Port-Vendres, Cerbère, Port-Bou, Culera, Rosas, avec légère répercussion à La Bisbal et Gerona ; paraît être d'origine locale : l'Observatoire du Pic du Midi n'accuse qu'une faible agitation, et celui de San Fernando ne signale aucun trouble.

1903, 18 juin, 2 h. 20 m. — Deux secousses successives ressenties suivant le pli-faille de l'extrémité occidentale du massif du Canigou : Olette, Mont-Louis, Saillagouse, Llo, Err, Osseja. Ce même jour, faible secousse au Pic du Midi et rien à San Fernando.

1904, 13 juillet, 15 h. 13 m. — Secousse sensible au sismographe de Perpignan, émanant d'un tremblement de terre dont l'épicentre, d'après M. E. Marchand (*Annuaire de la Soc. Météorol. de France*, t. LIII, p. 95, 1905), se trouvait dans le voisinage du Mont Perdu.

1905, 2 avril, de 4 heures à 4 h. 30 m. — Trépidation à Port-Vendres, Collioure. Rien au Pic-du-Midi, mais trouble faible à San Fernando de 3 h. 6 m. à 7 h. 23 m. (heure de Greenwich).

1905, 29 avril, 2 h. 3 m. — A Perpignan, les appareils magnétiques accusent des troubles sismiques (tremblement de terre de l'est de la France, d'Italie). Perturbation faible au Pic du Midi à 2 h. 1 m. et à San Fernando de 1 h. 53 m. à 2 h. 6 m.

1905, 23 juillet, vers 3 h. 34 m. — A Perpignan épaississement des courbes correspondant au tremblement de terre du Baïkal. Petites trépidations au Pic-du Midi ; trépidation à grande amplitude à San Fernando, de 2 h. 27 m. à 7 h. 21 m.

1905, 8 septembre, 1 h. 54 m. à 2 h. 15 m. et de 4 h. 9 m. à 4 h. 36 m. — A Perpignan, épaississement des courbes magnétiques (tremblement de terre des Calabres). Trépidations faibles, mais répétées au Pic du Midi, à 1 h. 58 m. et à 4 h. 37 m. ; enregistrées à San Fernando de 1 h. 6 m. à 2 h. 50 m.

1905, 12 septembre, 3 h. 20 m. à 3 h. 42 m. — A Perpignan, trouble magnétique de nature sismique. Faibles trépidations au Pic du Midi ; rien à San-Fernando.

IV. — Résumé et Conclusions.

De l'étude précédente semble se dégager les conclusions suivantes :

1. — Les Pays catalans (Roussillon et Catalogne) feraient partie d'un compartiment de l'écorce terrestre dont l'ossature est un complexe de plis anciens, les uns à direction armoricaine et constituant l'extrémité orientale de la Chaîne pyrénéenne, les autres à direction varisque intéressant le sud de la Catalogne et les Baléares, mais indépendants de la chaîne bétique. Ce dernier système proviendrait probablement du retournement en plan des premiers plis dans la fosse méditerranéenne, sensiblement à la hauteur de Bagur.

2. — L'aire volcanique d'Olot aurait été préparée par la discordance des plissements tertiaires, chevauchés vers le nord et dirigés nord-est. sur les plis anciens de direction et de sens de chevauchements différents ; et la

sortie des magmas ne serait probablement que la répercussion sur cette région, déjà fracturée, de l'effondrement post-Oligocène de l'extrémité orientale de la *Région Catalane*.

3. — Le réveil d'activité sismique du XIV^e^ au XV^e^ siècle, purement *régional*, serait la conséquence d'une rupture d'équilibre de la *Région Catalane* et en particulier du *voussoir* Prats de Mollo-Gerona.

4. — Les sismes du début du XX^e^ siècle, décelés principalement par les instruments, proviendraient du passage d'ondes sismiques d'origine *extra-régionale*, avec effets macrosismiques dans le voisinage des plis-failles.

5. — La Chaîne pyrénéenne ne ferait nullement écran aux sismes ayant leur épicentre dans les Pays catalans ; mais elle semblerait amortir sensiblement les ondes que laissent passer les Corbières. D'autre part, le complexe de plis de la Région Catalane paraît être un obstacle à la transmission des sismes de l'extrême sud de l'Espagne.

Les dernières de ces considérations, étagées sur un nombre de faits relativement restreint, ne sont plutôt que des présomptions. Si je les formule ici, c'est pour donner une idée des précieux enseignements que l'on peut retirer de l'étude de la sismicité des Pays Catalans. La discussion des relevés méthodiques que permettrait la création d'une station sismique à Perpignan, ainsi qu'à l'extrémité occidentale de la chaîne, et leur comparaison avec les éphémérides sismiques du Pic du Midi, de Barcelone, de Tortosa, de San Fernando et de la station en essai d'installation à Olot même, sur l'ancienne aire volcanique catalane, ne tarderaient pas à préciser le rôle des Pyrénées et de leurs dépendances dans la mécanique sismologique.

Discussion. — M. PH. GLANGEAUD fait remarquer l'analogie de position des volcans de la région d'Olot (Espagne) avec un certain nombre de volcans du Massif central. Ils paraissent édifiés sur des fractures parallèles à l'axe d'un anticlinal nord-ouest. Et les mouvements sismiques signalés sont également en relation avec ces lignes tectoniques, de même qu'ils ont des relations analogues dans le Massif central.

M. W. KILIAN

Professeur à l'Université (Grenoble).

LA STATION SISMIQUE DE GRENOBLE

— 4 août —

M. Kilian a, dès 1890, annexé au sismographe Angot, installé par Ch. Lory au Laboratoire de Géologie de cette Université, un *appareil enregistreur* (sismographe Kilian-Paulin, décrit par lui, avec détails, dans les

Annales de l'Université de Grenoble) qui lui a permis d'enregistrer *pendant une quinzaine d'années* un certain nombre de *secousses lointaines* (v. *Comptes R. Ac. des Sc.* et diverses notes de MM. Kilian et P. Reboul dans les *Annales de l'Univ. de Grenoble)*. L'entretien de cet appareil a été assuré, jusqu'à cette année, par des subventions successives du Ministère de l'Instruction publique, de la *Revue Scientifique* et de l'*Associtaion française pour l'Avancement des Sciences*.

M. Kilian tient à déclarer que si son installation pouvait être de quelque utilité alors qu'elle était la seule en France, elle ne saurait — depuis que l'utilisation du Pendulé horizontal et le perfectionnement croissant des observations sismiques a rendu nécessaires des relevés horaires minutieusement précis et une continuité de tous lès instants dans les observations microsismiques — entrer sans de profondes modifications et une *coûteuse* réorganisation, dans un réseau de stations sismiques françaises scientifiquement utilisables. Or, malgré le *vif intérêt* qu'il porte aux études sismologiques et malgré le très généreux appui qu'il a trouvé dans l'Association française, M. Kilian croit qu'il est fort difficile, vu *l'absence d'un personnel permanent* suffisamment exercé pour les calculs horaires et spécialement rétribué, de réaliser dans les *Laboratoires de Géologie* des services d'observations sismiques répondant aux progrès actuels et satisfaisant aux exigences de la science moderne.

Bien qu'il ait tenu à honneur, alors que personne ne s'occupait, en France, de ces sortes d'études, d'entretenir et de faire fonctionner, la station de Grenoble, — malgré ses travaux et ses occupations géologiques d'un ordre tout différent — M. Kilian serait heureux, maintenant que les observations sismologiques paraissent attirer l'attention et les faveurs du monde savant, de voir organiser *un réseau de stations nationales* et de les voir confier à un service mieux doté et pourvu d'un personnel exercé aux calculs et aux observations graphiques et horaires qui font absolument défaut aux Laboratoires de Géologie. Ces stations devraient être munies à la fois de sismographes à pendule horizontal et d'un système *avertisseur* analogue à celui de Grenoble, ce dernier ne devant signaler que les mouvements d'une certaine importance.

M. E. MARCHAND

Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi (Bagnères-de-Bigorre).

UNE LOI GÉNÉRALE SUR LES RELATIONS DES PHÉNOMÈNES SOLAIRES AVEC CEUX DE LA PHYSIQUE DU GLOBE TERRESTRE

— 5 Août —

I. Les Régions d'activité du Soleil. — Dans de précédentes publications (1), j'ai établi que certains *groupes de facules* du Soleil persistent parfois plusieurs années à la surface de l'astre; qu'au sein de ces groupes persistants des taches se forment, se développent, disparaissent et sont remplacées, plus tard par d'autres.

Les facules, surtout les groupes très persistants, paraissent être ainsi le phénomène fondamental de la photosphère, tandis que les taches sont des phénomènes secondaires.

Les observations faites au Pic du Midi et à Bagnères depuis 1893, par mes collaborateurs (MM. *Latreille* et *Dort* ou par moi-même) confirment, à ce point de vue, celles que j'avais faites autrefois à Lyon (1885-1892) sous la direction de mon maitre *Charles André* ; et M. *Guillaume*, qui a continué à Lyon depuis 1893 les observations du Soleil, a retrouvé aussi cette persistance prolongée de certains groupes faculaires.

On sait, d'autre part, qu'au-dessus de la photosphère du Soleil, il existe une sorte d'atmosphère de vapeurs métalliques (chromosphère) dont les plus lègères (hydrogène en particulier) forment les *protubérances* roses que les méthodes spectrales de *Janssen* et de *Lockyer* permettent de voir en tout temps et que les spectrohéliographes créés par *Deslandres* et par *Hale* (en 1893) permettent de photographier.

Les protubérances peuvent être comparées à des éruptions; elles jaillissent *autour* des taches, *au-dessus des facules* qui entourent toujours celles-ci, ou au-dessus des groupes de facules ne contenant pas de taches. Les facules semblent ainsi être des espaces rendus plus brillants par l'éruption même qui s'y produit.

* * *

Je résume ces notions dans l'énoncé suivant: *Il existe constamment à la surface du Soleil un certain nombre de régions dont l'activité spéciale se*

(1) E. Marchand : *Simultanéité des perturbations magnétiques et de certains phénomènes solaires (Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 10 janvier 1887). — *Relations des phénomènes solaires avec les perturbations du magnétisme terrestre (Académie de Lyon,* 1888). — *Relations de la perturbation magnétique du 13 au 14 février 1892 avec les phénomènes solaires (Académie des Sciences,* 22 février 1892). — *Relations des phénomènes solaires avec ceux de la physique du globe terrestre (Société astronomique de France,* 1899 ; Congrès de Météorologie de 1900).

manifeste par de violentes éruptions de substances gazeuses qui donnent lieu aux protubérances et aux facules, tandis que, de temps à autre, se produisent, au sein de ces régions, une ou plusieurs taches sombres qui semblent être des cavités creusées dans la photosphère (par un tourbillonnement descendant corrélatif de l'éruption du pourtour) et pénètrent jusqu'aux couches gazeuses ou liquides, moins chaudes et moins lumineuses, de l'intérieur du globe solaire. — Pour abréger, je donne à ces régions le nom de *régions d'activité*.

Les faits peuvent d'ailleurs recevoir d'autres interprétations ; mais sans faire ici aucune théorie, on remarquera simplement que *le trouble caractéristique des régions d'activité se manifeste* en dernière analyse *par la production d'un groupe de facules observables dans une lunette ordinaire* ; cela justifie l'importance que j'attribue à ces groupes.

La méthode de photographie spectroscopique de *Deslandres* et *Hale*, appliquée à toute la surface du disque solaire, permet d'obtenir l'image des vapeurs de la chromosphère, projetées sur le disque ; on voit, dans les photographies ainsi obtenues, que les vapeurs forment des *amas*, des *plages* brillantes correspondant aux *groupes de facules*, et qu'il y a, autour de ces plages, tout un réseau de petites lignes ou points brillants *(réseau chromosphérique)*.

L'aspect général d'une photographie de la chromosphère est, en somme, tout à fait analogue à celui d'un dessin détaillé de la photosphère, comprenant les taches et les facules (jusqu'au centre du disque), fait selon la méthode suivie à l'Observatoire du Pic du Midi. Dans la photographie, comme dans le dessin, on voit nettement que *l'activité solaire* se concentre surtout autour d'un petit nombre de points (1).

Ces *régions d'activité* s'observent dans toutes les parties du globe solaire; cependant, elles sont surtout nombreuses dans la zone comprise entre les latitudes — 40° et + 40°. Quelques-unes d'entre elles ont une durée extrêmement prolongée, ainsi qu'on l'a déjà dit.

Elles ont une tendance remarquable et singulière à se produire en des points du Soleil, distants, en longitude, de 180 degrés, ou de 90 degrés : le premier cas est le plus fréquent (2).

Cela explique, pour le dire en passant, que la *répartition des taches en longitude* indique leur tendance à se concentrer sur certains méridiens et même parfois sur des méridiens opposés, ainsi que *Wölfer* l'a montré en 1904.

Chacune des régions d'activité, entraînée par la rotation du Soleil, passe à un instant donné à *la plus courte distance* au *centre du disque* ; cet ins-

(1) Voir par exemple, les spécimens de photographies publiés dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1907, dans une étude de *Deslandres (Histoire des Idées et Recherches sur le Soleil)*.

(2) Ces faits ont déjà été indiqués dans mon Mémoire de 1900 (*Congrès international de Météorologie*).

tant est sensiblement celui où elle se trouve *sur le méridien central* de ce disque ; les observations permettent de le calculer facilement.

Les époques de ces passages jouent un rôle important dans la physique du globe *terrestre*, ainsi que je le montrerai plus loin.

II. Relations des phénomènes Solaires avec ceux du magnétisme terrestre. — Les astronomes et les météorologistes admettent unanimement aujourd'hui, la relation établie, vers 1850, par *Sabine*, *Wolf*, *Lamont*, et d'autres, entre la période undécennale des taches et celle, undécennale aussi, des variations diurnes de la déclinaison.

Les relations des *perturbations* magnétiques avec les taches solaires sont moins généralement acceptées, malgré les travaux de *Brown*, *Fritz*, *Zenger*, *Maunder*... (qui ont montré l'existence d'une période de 27 jours environ dans les perturbations ou les aurores polaires) et ceux de *Tacchini*, *Secchi*, *Ferrari*, *Flammarion*, etc... (qui ont cherché à rattacher les perturbations à la présence des taches sur le disque solaire) Ces divers résultats manquent de généralité, et il reste toujours une grosse difficulté : c'est qu'il y a parfois de fortes perturbations sans que le Soleil montre aucune tache. Ce qui ressort de plus net de ces comparaisons, c'est que le nombre annuel des perturbations varie synchroniquement avec le nombre des taches ; relation qui avait déjà été indiqué par *Sabine* en 1852.

J'ai entrepris moi-même l'étude comparative des perturbations et des phénomènes solaires, en 1885, à l'Observatoire de Lyon, et je l'ai continuée sans interruption, d'abord à Lyon, puis à l'Observatoire du Pic du Midi, en ayant soin de considérer, d'une part, *toutes les perturbations* magnétiques et non pas seulement les plus fortes ; d'autre part, les facules du Soleil (surtout les *groupes* de facules) et non pas seulement les taches. Voici le procédé employé dans ces comparaisons.

Au moyen des courbes des *enregistreurs Mascart* (installés au Pic du Midi, comme à Lyon), je mesure, *pour chaque perturbation*, quelle que soit son intensité, les écarts entre les valeurs extrêmes des trois éléments (déclinaison, composantes horizontale et verticale de la force magnétique), puis je calcule l'intensité d'une force perturbatrice du champ terrestre qui produirait précisément ces mêmes écarts ; je considère cette force comme mesurant suffisamment l'intensité de la perturbation. Quand une perturbation se décompose en plusieurs autres, séparées par des périodes de calme, je fais le même calcul pour chacune des perturbations composantes. Je construis ensuite une *courbe des perturbations*, en prenant des ordonnées proportionnelles aux intensités calculées et des abcisses proportionnelles au temps (la date de chaque perturbation, en jours et dixièmes de jour, étant la moyenne des heures du début et de la fin). Cette courbe présente une série de maxima et de minima séparés les uns des autres par des intervalles de quelques jours seulement.

Les dates des maxima de cette courbe (en jours et dixièmes de jour) étant comparées aux dates de passages des régions d'activité du Soleil par le méridien central du disque (dates calculées également en jours et dixièmes de jour), on vérifie facilement la loi générale suivante :

Chacun des maxima de la courbe des perturbations coïncide sensiblement avec le passage au méridien central d'une région d'activité du Soleil et réciproquement.

En d'autres termes, *c'est aux époques où une région active du Soleil est amenée par la rotation de l'astre à la plus courte distance au centre du disque*, c'est-à-dire le plus possible en face de la Terre, *que se produisent les troubles magnétiques du globe terrestre.*

Telle est la relation à laquelle un certain nombre d'astronomes contemporains veulent bien donner le nom de *loi de Marchand.*

Cette loi paraît générale ; du moins il est très rare qu'un *passage* ne soit pas accompagné d'un orage magnétique, fort ou faible, très rare aussi qu'une perturbation se produise sans qu'il y ait, à la même époque, passage d'une région active du Soleil au méridien central.

La présence des taches n'est pas du tout nécessaire pour qu'une perturbation, même forte, se produise ; en 1887, par exemple, des perturbations remarquables coïncidèrent avec des passages de facules dépourvues de taches et même de pores (1).

Une conséquence nécessaire de la longue durée de certaines régions actives du Soleil et de la loi précédente, est que *les perturbations magnétiques sont soumises à une certaine périodicité.* Sans citer ici aucune des nombreuses séries de perturbations périodiques que j'ai observées (séries qui se sont prolongées parfois plusieurs années), je me borne à indiquer que les principales d'entre elles m'ont donné 26 j. 9 pour valeur moyenne de la période (2).

Maunder, en Angleterre, a retrouvé récemment (1905) cette périodicité des perturbations magnétiques, et il a pu former des séries nombreuses et assez prolongées de perturbations. Il a déduit aussi de ces recherches diverses relations qui ne diffèrent de celles énoncées ci-dessus (et publiées en 1887 et 1888) que par un point : *Maunder* ne paraît pas avoir aperçu la persistance des facules dans les régions solaires qui conservent longtemps leur activité (3).

Les fortes perturbations magnétiques sont presque toujours accom-

(1) Dans un très important travail sur le magnétisme terrestre *(Annales de l'Observatoire de Toulouse*, t. VII), M. MATHIAS a retrouvé indirectement que « *ce ne sont pas les taches, mais plutôt certaines parties de la surface du Soleil qui sont les véritables régions actives* ».

(2) E. MARCHAND : *Relations des phénomènes solaires et des perturbations du magnétisme terrestre. (Acad. de Lyon*, 1888).

(3) Voici quelques-unes de ces relations : les aires solaires qui provoquent les orages magnétiques sont bien définies ; elles sont entre 0 et 30 degrés de latitude ; leur activité magnétique peut précéder la formation des taches et la survivre, l'activité des taches est sujette à des éclipses, etc. (*Astrophysical Journal*, 1905).

pagnées de *courants telluriques* dans les lignes télégraphiques, courants parfois assez intenses pour troubler la transmission des dépêches.

Ces courants telluriques existent d'ailleurs en tout temps sur les lignes, mais ils sont ordinairement très faibles. Leurs variations ont été étudiées, en 1883, par *Blavier* ; puis, de 1885 à 1893, par *Moureaux* (au parc Saint-Maur). Plus récemment, M. *Brunhes* en a entrepris l'étude (à l'aide d'un ampèremètre enregistreur de son invention) sur la ligne qui relie l'Observatoire du Puy-de-Dôme à la ville de Clermont; le *P. Cirera* a fait construire à l'Observatoire solaire de Tortosa deux lignes destinées à cette même étude ; enfin, j'ai moi-même organisé, dès 1897, à l'Observatoire du Pic du Midi, l'observation systématique et continue de ces courants, sur la ligne qui relie le Pic (2.860 mètres) à Bagnères (550 mètres).

Il résulte de ces diverses études, et, en particulier, de celles faites au Puy-de-Dôme et au Pic du Midi, que *toutes les perturbations magnétiques s'accompagnent de variations rapides du courant tellurique.*

La comparaison de ces variations avec celles de la déclinaison et de la composante horizontale de la force magnétique terrestre avait montré à *Blavier* que le courant tellurique peut être considéré comme un courant induit dont le courant inducteur est dans l'atmosphère.

Ce résultat a été retrouvé par une autre voie, à l'Observatoire du Pic du Midi, en comparant les oscillations de l'aiguille de déclinaison, enregistrées à Bagnères-de-Bigorre, avec celles enregistrées au sommet du Pic où elles sont toujours un peu plus fortes. J'ai même pu déterminer, pour les principales perturbations, *l'altitude du courant inducteur ; cette altitude varie ordinairement entre 15 et 30 kilomètres ; elle est parfois un peu plus faible ; assez souvent, elle est plus forte* (1).

D'après cela, on peut considérer les perturbations magnétiques comme résultant de l'action, sur le champ terrestre, de ces courants inducteurs situés dans la haute atmosphère, et c'est probablement l'écoulement de ces courants vers les pôles qui donne lieu au phénomène de l'*aurore polaire ;* une aurore polaire, en effet, accompagne presque toujours une *forte perturbation magnétique.*

* * *

Mais l'*aurore polaire* est évidemment un phénomène moins simple et moins général que la perturbation magnétique ; pour qu'elle se produise, il faut que les courants électriques supérieurs soient assez intenses pour devenir lumineux dans l'air raréfié des hautes régions ; ou qu'un état spécial de l'atmosphère au voisinage des pôles (par exemple la présence d'une couche de cirrus) facilite leur écoulement.

(1) E. MARCHAND : *Remarques sur la perturbation magnétique du 31 octobre 1903.* — *(C. R. Ac.,* 16 nov. 1903*).*

D'après *Angot* (1), il y a même lieu de diviser les aurores polaires en deux classes distinctes :

1° Celles qui sont visibles sur une grande étendue et présentent un grand éclat lumineux ; ces grandes aurores semblent dues à l'écoulement vers les pôles, dans les hautes régions de l'atmosphère, des courants *perturbateurs* du champ magnétique terrestre ; elles sont toujours accompagnées de troubles magnétiques ;

2° Celles qui ne sont visibles que sur une très petite partie de la surface du globe ; elles ne s'accompagnent pas de perturbations magnétiques et sont probablement dues à l'écoulement *local*, vers le sol, de l'électricité accumulée dans les hautes régions, soit par l'*induction unipolaire* (théorie d'*Edlund*), soit par tout autre mécanisme.

D'après cela, les grandes aurores polaires (celles de la 1re classe) doivent être soumises à la même loi d'apparition que les orages magnétiques. C'est, en effet, ce qui résulte de mes recherches.

Au moyen du Catalogue donné par *Angot*, dans son ouvrage sur l'*Aurore polaire*, j'ai vérifié que, de 1885 à 1891, *toutes les aurores observées en Europe, à une latitude inférieure à 55 degrés, ont coïncidé avec une perturbation magnétique plus ou moins forte et avec le passage au méridien central apparent d'une région d'activité du Soleil.* Ce Catalogue ne renferme pas les aurores observées au-dessus de 55 degrés, précisément pour éliminer celles de la 2e classe, les aurores *locales*, presque quotidiennes dans le nord de l'Europe (2).

On s'explique ainsi la période de 27 j. 7 trouvée autrefois par *Fritz*, dans la production de ces phénomènes, en même temps que le parallélisme du nombre annuel des grandes aurores avec celui des taches constaté par *Fritz*, *Zöllner*, etc.

En Amérique, *Veeder* (*American Meteor. Journal*, 1893) trouve aussi une période de 27 j. et une fraction, dans la production des aurores ; toutefois, au lieu de rattacher ces phénomènes aux passages des taches ou des facules au méridien central du Soleil, il les rattache à l'apparition de ces taches ou facules au *bord oriental* du Soleil.

On ne voit pas très bien, *a priori*, comment une *action tangentielle* des facules peut être possible. L'*action normale*, c'est-à-dire celle qui se produit au moment du passage au méridien central, est, au contraire, naturelle, puisqu'on observe au-dessus des facules de colossales éruptions de vapeurs métalliques incandescentes ; puisqu'il est très plausible que les

(1) ANGOT : *Les Aurores polaires* ; Paris, Alcan, 1895.

(2) Dans un mémoire publié par l'Académie de Bruxelles (1885) et que je ne connaissais pas encore lorsque que j'ai publié mes premiers travaux (1887), *Terby* avait déjà annoncé que les aurores polaires tendent à se produire lorsque de grandes taches passent au méridien central du disque solaire. Mais comme il ne considérait que des taches et des aurores, il remarquait lui-même que cette relation n'était pas générale.

« particules, électrisées ou non, repoussées par la pression de radiation, doivent être plus nombreuses au-dessus des facules, et que le bombardement de particules, qui est alors particulièrement violent, explique aisément l'action directe exercée sur la Terre par les taches et les facules à leur passage près du centre du Soleil (1) ».

J'ai d'ailleurs indiqué, dans mon mémoire présenté au Congrès météorologique de 1900, d'autres arguments en faveur de l'*action normale*; sans les reproduire ici, je me borne à faire remarquer que l'existence fréquente des régions d'activité séparées par 90 degrés de longitude peut justifier, *en apparence*, l'existence de l'action tangentielle.

Quoi qu'il en soit, les astronomes admettent généralement aujourd'hui l'action normale, c'est-à-dire qu'ils sont favorables à la *loi de Marchand* plutôt qu'à la *loi de Veeder* (2).

III. — Relations des Phénomènes solaires avec divers Troubles atmosphériques. — Les faits précédents établissent une action du Soleil sur la Terre, autre que celles, anciennement connues, de sa chaleur, de sa lumière et de son attraction.

Quelle est la nature de cette action?

La loi générale des perturbations *(loi de Marchand)* tend à prouver que *lorsqu'une région d'activité du Soleil passe au méridien central, une grande masse d'électricité arrive (par un mécanisme actuellement inconnu) dans la partie supérieure de l'atmosphère de la Terre*, ce qui détermine les courants perturbateurs du champ magnétique terrestre, les aurores polaires, etc.

On peut même admettre que cette électricité est apportée par quelques-unes des radiations récemment découvertes, ondes hertziennes, rayons cathodiques (ou β du radium), rayons anodiques (ou α), qui sont sans doute plus abondantes et plus intenses au-dessus des facules qu'au-dessus de l'ensemble de la photosphère.

Des théories de ce genre ont été, en effet, proposées par divers savants, parmi lesquels il faut citer : *Deslandres*, *Arrhenius*, *Nordmann* (3) ; elles soulèvent toutes quelques difficultés et objections, dont l'une formulée par lord *Kelvin*, est qu'il faudrait attribuer au Soleil une dépense d'énergie difficilement admissible, et dont une autre est qu'une émission de particules négatives (ou de particules positives) communiquerait rapidement au Soleil une forte charge de signe contraire tendant à arrêter l'émission.

(1) Deslandres : *Histoire des idées et recherches sur le Soleil.* (*Annuaire du bureau des longitudes* pour 1907, p. 139. — Voyez aussi les indications données plus loin (chap. III).

(2) Voir : Deslandres : *Relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre.* (*C. R. Ac. des Sciences*, 23 nov. 1903 et *Annales de l'Observatoire de Meudon*, t. II. — Cirera et Balcells : *Estudio de una reciente perturbacion cosmica*, etc., p. 28. (Publications de l'Observatoire de l'Ebre) et *Remarques sur le rapport entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques.* (*C. R. Ac.*, 4 nov. 1907. — (E. Lagrange : *La loi de Marchand* (*Bull. de la Soc. belge d'Astronomie*, janvier 1908).

(3) Deslandres : *Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques.* (*C. R. Ac.*, 1898, 2e semestre, p. 1323). — Nordmann : *Explication de divers phénomènes célestes par les ondes hertziennes en astronomie physique.* (*Revue générale des Sciences*, 30 avril 1902). — Arrhénius : *La cause de l'Aurore boréale.* (*Revue générale des Sciences*, 30 janvier 1902).

Mais, d'autre part, M. *Nodon* a démontré directement, dès 1889, et M. *Brunhes* a confirmé, en 1906, que la radiation solaire électrise positivement les corps *isolés* qui la réçoivent (1).

Et, enfin, l'existence d'un *champ électrique positif* de l'atmosphère (par beau temps), en même temps que la diminution progressive de ce champ lorsque l'altitude augmente (diminution démontrée, en particulier, par les observations aéronautiques de *G. Le Cadet*) indiquent que la surface de la terre est ordinairement recouverte d'une couche d'électricité négative, tandis que la partie supérieure de l'atmosphère est elle-même électrisée positivemeut.

Il est donc naturel de considérer cette partie supérieure de l'atmosphère (où une pression très faible donne à l'air une certaine conductibilité) comme une sorte de réservoir d'électricité positive, dans lequel des masses électriques beaucoup plus grandes que la moyenne s'accumulent lorsque les *radiations solaires spéciales* dont on vient de parler arrivent jusqu'au globe terrestre.

Ces masses électriques supplémentaires doivent agir sur le sol (à travers la couche d'air relativement isolante qui les en sépare), y développer une couche, supplémentaire aussi, d'électricité négative et tendre à se combiner à cette dernière par d'autres voies que celle des courants supérieurs *perturbateurs* du champ magnétique terrestre; en particulier, par les décharges disruptives des orages électriques ordinaires et par des décharges conductives locales donnant lieu à ces aurores très peu étendues et peu lumineuses qu'on observe assez souvent dans le nord de l'Europe (aurores de la deuxième catégorie d'*Angot*, qui ne sont pas liées à des perturbations magnétiques).

Des expériences très remarquables de M. *Nodon* viennent encore à l'appui de ces idées : à l'aide d'un électromètre spécial placé dans une cage de Faraday communiquant au sol, ce physicien détermine les *variations de la charge négative du sol;* or, d'après les indications qu'il a déjà données sur les variations observées, il semble bien qu'elles se soient produites précisément à des dates marquées, d'autre part, par des passages de régions actives du soleil au méridien central (2).

* * *

En dehors de toute théorie, il est donc démontré qu'aux époques de passage des régions actives du soleil au méridien central, de grandes quantités d'électricité arrivent dans la haute atmosphère de la terre.

S'il en est ainsi, on devra trouver que les *orages électriques ordinaires*

(1) A. Nodon : *Étude sur les phénomènes d'électrisation produits par les rayons solaires.* (*C. R. Ac.* 5 août 1889.)

(2) Nodon : *Observations sur l'action électrique du soleil.* (*C. R. Ac.*, 1907, t. II, p. 521.) — *Recherches sur les variations du potentiel terrestre.* (*C. R. Ac.*, 1907, t. II, p. 1370.)

tendent à se produire à ces époques (de même que les *aurores locales*). Mais comme la production d'un orage (ou d'une aurore locale) exige certaines conditions atmosphériques qui ne sont pas toujours réalisées, il n'y aura pas orage à chacun de ces passages.

J'ai fait cette recherche *pour les orages* à partir de 1888 et j'en ai publié le résultat en 1899 et 1900 (1) ; j'ai considéré l'ensemble des orages qui se produisent (presqne chaque jour en été, plusieurs fois par mois en hiver) sur le territoire entier de la France ; *le nombre quotidien de ces orages varie et présente des maxima qui sont pour ainsi dire les centres des périodes orageuses ; or, les dates de ces maxima coïncident toujours (à un jour près) avec celles des passages au méridien central des régions actives du soleil* (mais sans que la réciproque soit vraie).

D'après cela, les périodes orageuses sont toujours accompagnées de troubles magnétiques (parfois très faibles, du reste), tandis que les orages magnétiques ne sont pas toujours accompagnés de phénomènes orageux ordinaires.

*
* *

On peut aller encore plus loin. Beaucoup d'observateurs ont remarqué que, parfois, vers l'époque du passage au méridien central d'une grande tache solaire, des troubles atmosphériques *profonds* se produisent : cyclones, trombes, grandes dépressions barométriques, pluies exceptionnelles, fortes giboulées (sans compter les phénomènes orageux).

Or, si l'on compare les dates de ces phénomènes à celles des passages des *régions d'activité* persistantes du soleil, on constate, en effet, qu'elles coïncident fréquèmment, ou plutôt que les troubles atmosphériques *suivent* immédiatement les passages ; seulement, il faut accentuer ici les restrictions déjà posées pour les orages.

En effet, ces phénomènes dépendent surtout de la position des courants atmosphériques, de la distribution des pressions et des températures, etc., et l'électricité atmosphérique d'origine cosmique paraît n'intervenir que *pour les accentuer* lorsque leurs causes purement terrestres ont déjà commencé à les produire, ou du moins les ont préparés. On vérifie donc que souvent, et surtout lorsqu'ils ont une intensité anormale, *les fortes dépressions* (avec grandes pluies et vents violents), *les trombes*, *les cyclones se rattachent aux passages des régions actives du soleil au méridien central*, sans que la réciproque soit vraie.

*
* *

D'autres phénomènes atmosphériques, très intéressants, sont dans le même cas : ce sont les *courants dérivés* qui se produisent souvent sur la

(1) E. MARCHAND : *Relations des phénomènes solaires avec ceux de la physique du globe terrestre.* (*Congrès de Météorologie* de 1900.) Ce mémoire avait été lu à la séance du mois d'avril 1899 de la *Société Astronomique de France.*

rive droite du courant équatorial ou *gulfstream aérien*. On sait qu'ils donnent lieu, dans la distribution générale des pressions, au type spécial appelé *dépression en V, type à couloir*, etc.; ils paraissent se rattacher assez intimement à ce que *Durand-Gréville* a appelé *ligne de grain*.

La ligne de grain est le couloir plus resserré qui accompagne, presque toujours, la production des orages généraux; le tourbillon à axe horizontal qui la constitue vraisemblablement me paraît être un phénomène lié à l'état électrique de l'atmosphère; comme l'orage lui-même, elle se rattache presque toujours, quand elle existe, au passage d'une région active du soleil au méridien central.

Le couloir de basses pressions du courant dérivé, phénomène analogue à la ligne de grain, mais généralement plus étendu, est dans le même cas. *Brillouin*, en 1896, avait trouvé que les courants dérivés se produisaient au moment de l'apparition d'*une tache* au bord oriental du disque solaire (1), relation analogue à celle de *Weeder*, et qui soulève les mêmes objections.

***

Si on se reporte aux théories, toutes récentes, de la structure atomique de l'électricité et de l'ionisation de l'atmosphère, on peut s'expliquer assez bien ces diverses relations.

On sait que, dans ces théories, on considère l'électricité positive ou négative comme constituée par de très petites masses distinctes *(électrons)*; ces masses peuvent s'unir aux atomes matériels des corps pour donner des *ions* positifs ou négatifs.

Lorsque l'air atmosphérique est humide et que, de plus, il contient un grand nombre d'ions, ceux ci deviennent autant de centres de condensation de la vapeur d'eau (absolument comme les grains de poussières fines, de fumées, etc.), c'est-à-dire que la pluie ou la neige, les giboulées ont une très grande facilité à se produire (2).

Or, d'après ce que j'ai exposé précédemment, une *forte ionisation de la haute atmosphère* doit se produire lorsque les régions d'activité du soleil passent au méridien central. En d'autres termes, les masses électriques dont il a été question plus haut doivent être (dans la théorie actuelle) des *flux d'ions positifs* qui tendent à rejoindre la couche négative du sol.

Il arrive même parfois que, sous l'influence de cette forte ionisation, d'autres phénomènes atmosphériques, moins remarqués, prennent une intensité exceptionnelle, par exemple *les brouillards* qui couvrent fréquemment des contrées étendues lorsque la pression atmosphérique est forte et

(1) BRILLOUIN : *Les taches solaires et le temps.* (*C. R. Ac.*, 1896, 2e sem., p. 484.)

(2) Les recherches d'un grand nombre de physiciens, notamment celles d'*Elster* et *Geitel*, *Gerdien*, *Langevin*, *Nordmann*, *Wilson*, *J.-J. Thomson*, etc., ont démontré, d'une part la présence des ions dans l'atmosphère, d'autre part la propriété que possèdent ces ions de condenser la vapeur d'eau.

l'air très calme, brouillards qui coïncident toujours, du reste, avec des valeurs exceptionnellement élevées du champ électrique positif de l'atmosphère, confirmant, semble-t-il, la présence des ions positifs libres.

IV. Relations des Phénomènes solaires avec les Séismes. — J'ai encore mis en évidence, en 1904, d'après des comparaisons faites depuis 1896, une relation des tremblements de terre avec les phénomènes solaires ; elle consiste en ce que *les séismes*, comme les orages magnétiques, électriques, aurores polaires, etc., *tendent à se produire lorsqu'une région d'activité du soleil passe au méridien central du disque.*

Les deux tiers au moins des séismes *pyrénéens*, particulièrement étudiés, depuis 1896, à l'observatoire du Pic-du-Midi, se groupent en séries périodiques (périodes de 27 à 28 jours) qui vérifient la relation ci-dessus énoncée (1).

Par exemple, les tremblements de terre des 15 et 16 juillet 1901 ; 29 mars, 24 et 25 mai, 15 et 18 juillet, 9 et 13 octobre, 29 décembre 1902 ; 30 janvier, 28 février et 1er mars, 21 mai, 12 août 1903 ; 11 et 12 juillet, 9 août 1904 (tous observés dans les Pyrénées), coïncident avec les passages d'une région d'activité existant sur le soleil depuis le milieu de 1901, dont la période de rotation est de 27 jours 96 centièmes ; c'est aussi aux passages de cette région que se rattachent : la grande perturbation magnétique du 31 octobre 1903, quelques autres perturbations relativement fortes des années 1901, 1902, 1903, 1904, et diverses périodes orageuses anormales des mêmes années (exemples : 28 mars, 6 novembre, 4 décembre 1902 ; 31 janvier, 26 mars, 29 novembre 1903).

La même région d'activité est passée encore au méridien central le 6 septembre 1905 et le 16 avril 1906 ; or, le désastre de Calabre a eu lieu le 8 septembre et celui de San Francisco le 18 avril.

D'ailleurs, la simple considération du nombre de jours qui sépare les deux cataclysmes (223) montre qu'il est multiple de 27,96 ($27{,}96 \times 8 = 223{,}7$) et qu'il se rattache à la rotation du soleil.

Voici un autre exemple non moins remarquable : Le tremblement de terre désastreux de Luknow, Delhi, etc., est du 1er mars 1906 ; la catastrophe de Valparaiso est du 16 août 1906 ; nombre de jours : 168 ; or, $28 \times 6 = 168$. Et en effet, ces deux séismes violents se rattachent aux passages d'une région d'activité qui fait sa révolution en 28 jours et qui, dans les Pyrénées, avait donné (si l'on peut s'exprimer ainsi) un fort tremblement le 22 juillet 1904.

* * *

Pour préciser la portée de cette relation entre les phénomènes solaires

(1) V. E. Marchand : *Les périodes d'agitation sismique de juillet, août et septembre 1904, dans les Pyrénées centrales ; Relations avec les phénomènes luni-solaires.* (*Annuaire de la Société météorologique de France*, 1905.

et les séismes, il importe de remarquer que ceux-ci sont surtout des phénomènes géologiques dont les causes *principales* sont évidemment dans l'écorce terrestre et non à l'extérieur de la terre. Les causes cosmiques, si elles existent réellement, ne peuvent être que *secondaires ;* en d'autres termes, les causes géologiques préparent en quelque sorte les seismes, et très souvent, sans doute, suffisent à les produire complètement ; les actions extérieures (attraction luni-solaire, ou inductions électriques puissantes du soleil) ne peuvent intervenir que pour *déclancher* un mécanisme préparé par les actions intérieures. On doit même convenir qu'il est beaucoup plus difficile, dans ce cas que dans celui des orages, cyclones ou tempêtes, de se représenter, de s'expliquer le mécanisme de ce déclanchement.

Quoi qu'il en soit, si on accepte, comme un fait, l'action extérieure des régions d'activité, on conçoit qu'il puisse y avoir coïncidence d'un certain nombre de séismes avec les passages de ces régions au méridien central, sans que, d'ailleurs, la réciproque soit vraie, c'est-à-dire sans que le passage d'une région active du soleil coïncide toujours avec un séisme.

Malgré cette réserve, la loi générale énoncée parait exacte : elle explique d'ailleurs la coïncidence, souvent remarquée, des tremblements de terre, avec des mouvements anormaux de l'aiguille aimantée, avec un temps orageux ou avec d'autres troubles atmosphériques (1).

V. Conclusions : Loi générale. — Dates critiques. — Applications pratiques au problème général de la prévision du temps. — J'ai exposé dans cette étude une série de *faits indépendants des théories plus ou moins plausibles par lesquelles on peut les expliquer*. Je résume ces faits dans la loi générale suivante, que j'ai déjà énoncée dans des publications antérieures :

Il existe une série de phénomènes terrestres ou atmosphériques, orages magnétiques, aurores polaires, orages électriques, trombes, cyclones, fortes dépressions barométriques avec vents violents, pluies exceptionnelles, courants dérivés, séismes, etc., qui tous tendent à se produire lorsqu'une région d'activité du soleil passe au méridien central ; mais il faut, en outre, pour la production de certains d'entre eux, que diverses conditions locales (atmosphériques ou géologiques) soient réalisées.

Comme conséquence de cette loi générale, j'appelle *dates critiques* celles où doivent se produire les passages au méridien central du soleil, des régions d'activité *très persistantes,* dates qu'on peut facilement calculer assez longtemps à l'avance.

(1) Au Congrès sismologique de La Haye (septembre 1907), le sismologue bien connu *Oddone,* du Bureau central sismologique de Strasbourg, a présenté un mémoire dans lequel il arrive à des résultats particuliers de cette loi, posée dès 1902. (V. séances de la Société Ramond dans le *Bulletin* de cette Société), par M. *E. Marchand*. M. *Oddone* trouve, en effet, des coïncidences très fréquentes des grands tremblements de terre avec les passages des taches solaires au méridien central. (V. *Bulletin de la Soc. belge d'Astronomie,* 1907, novembre.)

La probabilité du retour d'une de ces régions (qui sont ordinairement en petit nombre à la surface du soleil, six ou huit, rarement plus) est très grande ; *les dates critiques seront donc celles autour desquelles divers troubles atmosphériques ou géodynamiques se produiront très probablement, si d'autres conditions se trouvent d'ailleurs réalisées.*

Précisons par un exemple. Une région active du soleil devait, d'après le calcul de sa rotation, passer au méridien central le 6 novembre 1907 ; or, d'après d'*autres données météorologiques*, j'avais calculé que, du 7 au 9 novembre, des dépressions atmosphériques passeraient *très probablement* sur l'Océan, au voisinage des côtes occidentales de la France : d'après cela, il y avait lieu de prévoir des pluies *fortes et orageuses* pendant la période du 7 au 9. Cette prévision, faite avant la fin d'octobre, s'est, en effet, réalisée ; les pluies prévues ont malheureusement été désastreuses dans le Midi de la France.

Je pourrais citer beaucoup de cas analogues, car c'est en 1888 que j'ai commencé à comparer les périodes orageuses aux phénomènes solaires, et en 1893 que j'ai étendu mes comparaisons aux autres troubles de l'atmosphère terrestre ; mais l'étendue limitée de cette étude ne me permet pas de multiplier les citations.

***

Quant aux *autres données météorologiques* auxquelles j'ai fait allusion plus haut, et qui peuvent *aider* à prévoir certains phénomènes, je les ferai connaître dans un prochain travail ; je dirai seulement ici que ce sont des périodicités plus ou moins nettes dans les variations, locales ou générales, de la pression atmosphérique.

En résumé, les *dates critiques* font seulement connaître des époques auxquelles des masses anormales d'électricité tendront *probablement* à passer de la haute atmosphère dans le sol par divers mécanismes ; mécanismes qui dépendront eux-mêmes de la distribution des pressions dans les diverses régions du globe (c'est-à-dire de la marche des courants généraux de l'atmosphère).

C'est assez dire que la seule considération de ces dates ne peut pas permettre d'établir des pronostics relatifs aux vicissitudes du temps. Il en est de même, *a fortiori*, pour les séismes (1).

(1) Au sujet des comparaisons entre les dates critiques et les phénomènes atmosphériques, magnétiques ou géologiques, on pourra consulter des notes insérées dans les procès-verbaux des séances de la *Société Ramond* de 1902 à 1908 (*Bulletin de la Société Ramond* ; Privat, éditeur à Toulouse).

M. J.-R. PLUMANDON
Météorologiste à l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

ANOMALIES DANS LA TEMPÉRATURE DE L'AIR. — COUPS DE FROID

— 4 août. —

Durant les derniers jours de l'année 1906, par une situation atmosphérique fort troublée, notre région a subi un froid assez vif accompagné de quelques chutes de neige, très abondantes dans la haute montagne. Le 31 décembre, veille de la cessation du froid, alors qu'une petite aire de fortes pressions (765 millimètres) venait de se constituer sur la moitié sud-est de la France, les minima thermométriques constatés dans nos stations départementales se sont brusquement abaissés et ont présenté des anomalies extrêmement remarquables.

Alors qu'on enregistre : — 13 degrés à Clermont (388 mètres), on note — 12 degrés au Puy-de-Dôme (1,467 mètres) ; — 19 degrés à Ceyssat (725 mètres) qui se trouve à 5 kilomètres seulement à l'ouest du Puy-de-Dôme ; — 12 degrés à Orcines (832 mètres) située à 3 kilomètres vers l'est ; et — 9 degrés à Pont-du-Château, sur l'Allier (359 mètres), à 16 kilomètres dans la même direction. Dans le nord-ouest du département, à Menat (465 mètres), le thermomètre descend à — 21 degrés, et dans le sud-est, à Ambert (530 mètres), il s'abaisse jusqu'à — 26 degrés.

Le refroidissement nocturne a donc été excessivement irrégulier, et tout à fait localisé dans ses manifestations extrêmes.

Dans le reste de l'Europe, autant qu'on peut en juger par le réseau à grandes mailles du service international, ce refroidissement paraît avoir été beaucoup plus uniforme, puisqu'on a signalé — 8 degrés à Paris, Bruxelles, Vienne et Copenhague ; — 10 degrés à Stockholm, — 11 degrés à Berlin et — 12 degrés à Saint-Pétersbourg. Cela fait un écart de 4 degrés seulement pour l'immense région qui englobe ces capitales. Le maximum de froid s'est d'ailleurs produit dans la région soumise aux fortes pressions ou dans son voisinage immédiat. Cependant cette zone a dû présenter des anomalies du genre de celles que je viens de citer, puisque l'on a constaté — 25 degrés à Gap (735 mètres).

Le 15 janvier 1903, on avait déjà fait des constatations analogues, au cours d'une période de froid survenue également par baromètre élevé (770 millimètres) alors qu'une aire de fortes pressions occupait toute l'Europe, en présentant un maximum de 783 millimètres dans le sud de la Scandinavie. Ce jour-là, d'après le *Bulletin International*, il existait trois centres de froid à la surface du continent européen ; en Russie, avec

— 19°6, à Moscou, — en Suède, avec — 10°1 à Stockholm, — dans la France centrale, avec — 10°5 à Clermont et à Lyon.

Dans notre département, le froid a été bien plus grand que l'indiquent ces chiffres. Dans la majeure partie de la vallée de l'Allier et des vallées confluentes, jusqu'aux altitudes de 600 à 700 mètres, les minima ont varié entre — 10 degrés et — 15 degrés. Ils ont atteint — 17 degrés à Saint-Nectaire (760 mètres) et — 18 degrés à Germain-Lherm (1,000 mètres.) Dans la région du Puy-de-Dôme, le froid s'accentua encore davantage, en offrant en outre une anomalie tout à fait extraordinaire.

Au sommet même de la montagne, le thermomètre marqua — 13 degrés. A Orcines (832 mètres) il a indiqué — 10 degrés, alors qu'à Ceyssat il est descendu jusqu'à — 22 degrés. Cela fait une différence de 12 degrés entre les températures observées dans deux localités distantes de 8 kilomètres à peine. Malgré que ces deux localités soient séparées par la chaîne des Dômes volcaniques qui a au maximum 3 kilomètres de largeur avec de nombreux cols, on pourrait croire qu'une erreur d'observation a dû exagérer le froid à Ceyssat. Il n'en est rien, et ce minimum de — 22 degrés est bien authentique, car la station de Pontgibaud située dans la même région, à 9 kilomètres plus au nord, a aussi observé, ce jour-là, un minimun de — 22 degrés.

Nous sommes habitués depuis longtemps à constater, surtout en hiver, des froids plus ou moins rigoureux à Clermont, dans la Limagne et dans les vallées inférieures, pendant qu'un temps très doux règne dans la montagne.

Ces interversions dans la répartition de la chaleur et du froid suivant l'altitude sont fréquentes, et souvent considérables. Il n'est pas rare de voir le thermomètre marquer 5, 10 et 15 degrés de plus dans la montagne ensoleillée que dans la pleine couverte de brumes ou de brouillards. Ce sont des faits dont on a parlé bien souvent et qui sont maintenant suffisamment connus pour ne plus étonner personne.

Mais je crois qu'on n'a jamais constaté, du moins à ma connaissance, des écarts de température aussi grands que ceux que je viens de signaler, entre deux localités voisines dont l'altitude est à peu près la même. C'est pour cela que j'ai cru bon d'en faire l'objet de la présente communication.

Quant à la cause du phénomène, il est probable qu'elle est un peu complexe, mais qu'en somme elle se trouve dans un concours de circonstances diverses qui ont favorisé le froid à Ceyssat, et qui l'ont combattu à Orcines ainsi qu'au Puy-de-Dôme,

A la cause générale du froid qui régnait dans presque toute l'Europe, deux causes secondaires sont intervenues dans la région de Ceyssat pour accentuer l'abaissement de la température : une position topographique toute particulière, et un rayonnement terrestre exceptionnel.

Le village de Ceyssat se trouve au point de rencontre de quatre petits vallons bien encaissés par les brusques reliefs de quelques coulées de lave. Il est en même temps au bas de la pente générale qui commence vers la chaîne des Puys à l'altitude moyenne de 1,100 mètres, pour finir à 700 mètres au thalweg de la Sioule. L'air le plus froid y descend donc par simple gravité, comme le font d'ailleurs les eaux de la région.

A cette première action frigorifique s'est ajoutée celle du rayonnement terrestre qui a dû être très énergique, puisque le ciel, d'abord couvert et neigeux, s'est brusquement découvert pendant la nuit, en même temps que l'humidité de l'air diminuait au Puy-de-Dôme de 100 à 57, et que l'atmosphère devenait ainsi beauconp plus sèche.

Quant aux températures relativement douces de — 10 degrés et de — 13 degrés observées à Orcines et au sommet du Puy-de-Dôme, il faut les attribuer à la rotation du vent qui tourna du nord-est vers le sud-est et le sud, en prenant une certaine violence à partir de 6 heures du matin.

Ce vent qui n'atteignait pas la région de Ceyssat et de Pontgibaud protégée par la chaîne des Puys, supprimait le ruissellement de l'air froid à Orcines, atténuait le rayonnement terrestre, et y apportait, ainsi qu'au Puy-de-Dôme, l'air plus chaud des régions plus méridionales. Voilà pourquoi le thermomètre s'est maintenu à — 12 degrés à Orcines, tandis qu'il est descendu à — 22 degrés à Ceyssat et à Pontgibaud.

Le minimum de — 19°6, signalé à Ceyssat le matin du 31 décembre 1906. alors qu'Orcines et le sommet du Puy-de-Dôme n'ont enregistré que — 12 degrés, s'est produit d'ailleurs dans des conditions à peu près identiques. Il est très probable que les minima de — 21 degrés à Menat, et de — 26 degrés à Ambert sont dus aussi à des circonstances analogues.

M. J.-R. PLUMANDON

VARIATION SÉCULAIRE DE L'ACTIVITÉ ORAGEUSE

— 4 août —

Lorsqu'on veut se rendre compte un peu exactement des variations que l'importance des phénomènes orageux peut subir dans un pays, au cours d'une longue série d'années, on se heurte à de grandes difficultés, même avec le secours de bonnes observations.

On arrive bien à entrevoir des périodes de croissance et de décroissance dans l'activité orageuse, mais l'on n'atteint guère plus de précision, voire

même de certitude, que si l'on s'en rapportait au souvenir plus ou moins vague des faits.

D'abord, on ne peut pas se baser sur des observations faites dans un seul endroit, car la localisation des orages est telle, qu'elle ne permet pas d'appliquer à toute une région les résultats obtenus sur un seul point, même sur plusieurs points disséminés d'une façon quelconque.

Il est nécessaire d'utiliser un réseau de stations convenablement vaste, dense, régulier, et qui soit resté à peu près invariable durant une période de temps assez longue. Il faut encore que, dans toutes les stations, les phénomènes orageux soient observés dans le même esprit et avec la même mesure. Ce sont des conditions essentielles qui n'ont peut-être jamais été réalisées.

Depuis plus de vingt ans, l'Observatoire de Clermont est chargé de l'étude des orages dans le département du Puy-de-Dôme, sous les auspices de la Commission météorologique départementale. Malgré des efforts souvent réitérés, malgré la bonne volonté des observateurs, le réseau des stations a toujours été irrégulier, variable d'une année à l'autre, avec de grandes et nombreuses lacunes. On a quand même obtenu quelques résultats sur la formation, la propagation et la marche des orages, mais beaucoup d'études et de recherches ont été frappées de stérilité.

Comment affirmer, par exemple, qu'une région est plus souvent atteinte qu'une autre par les orages et par la grêle, si elles n'ont pas à peu près le même nombre de stations pour un égal territoire? Si les faits n'y sont pas observés avec le même soin et la même méthode?

Dans notre Limagne aux riches cultures, ou sur nos coteaux couverts de vignes, les dégâts causés par les orages ou par la grêle prennent une bien plus grande importance que dans la montagne où dominent les prairies et les pâturages. Ici, les récoltes principales sont levées et engrangées depuis juin ou juillet ; là elles restent exposées aux dommages jusqu'à la fin de septembre. Forcément, nos correspondants subissent plus ou moins l'influence de cette diversité de conditions. Des observateurs signalent avec empressement les orages qui versent de la grêle, surtout si cette grêle cause des dommages, ou encore ceux qui apportent une pluie bienfaisante attendue avec impatience, mais ils restent quelque peu indifférents devant les autres, quelle que soit leur importance météorologique. Fort heureusement tous ne sont pas ainsi, et la plupart ne manquent pas d'observer et de signaler tout ce qu'ils peuvent voir.

Mais qu'arrive-t-il lorsque ceux-ci prédominent dans une région et ceux-là dans une autre? Toute comparaison devient presque impossible, non seulement pour une même année, mais encore d'une année à l'autre, puisque la répartition des stations ne reste pas constante.

C'est ce que montre le tableau suivant qui résume, au point de vue

numérique, les observations d'orages, de grêles et de chutes de foudre qui nous ont été communiquées depuis 1886 pour le département du Puy-de-Dôme. *(Voir tableau ci-contre)*.

On y voit, par exemple, qu'en 1892, avec 242 stations d'observations, le nombre des chutes de grêle s'est élevé à 405, celui des chutes de foudre à 89, tandis qu'avec 90 stations au maximum, on n'a jamais compté plus de 163 chutes de grêle et de 67 chutes de foudre. Il est donc à croire que les nombres enregistrés dépendent beaucoup de la multiplicité plus ou moins grande des stations. C'est tout naturel, car les chutes de grêle et les chutes de foudre, par leur localisation, échappent facilement à l'observation la plus attentive. On en compte d'autant moins que les stations d'observation sont moins nombreuses.

Le chiffre des journées d'orages est plus indépendant de la densité du réseau des stations, et il se rapproche beaucoup plus de la vérité, précisément parce que l'orage occupe toujours une étendue incomparablement plus grande que les chutes de grêle, et surtout que les chutes de foudre. C'est pour cela que, dans le tableau ci-contre, 44 stations ont pu accuser 66 jours d'orages en 1899, tandis qu'en 1892, 242 stations en ont fourni 13 de plus seulement, soit 79. Et encore cette année 1892 s'est montrée remarquablement orageuse.

On peut donc, avec assez d'exactitude, apprécier l'activité orageuse d'une année par le nombre des journées d'orages qu'elle a données *dans une certaine étendue de territoire*. D'après cela, notre tableau indique que, dans notre pays, l'activité orageuse a subi une décroissance assez accentuée à partir de 1900. Depuis 1886 jusqu'en 1899, il y avait eu, en moyenne, 60 jours d'orages dans une année, tandis que pour la période de 1900-1907, cette moyenne est descendue à 45 ; pour les trois dernières années, elle est même tombée à 38.

On pourrait peut-être arriver à montrer par des chiffres que les divers phénomènes qui accompagnent les orages, tonnerre, éclairs, grêle, pluie, vent, ont aussi diminué de fréquence et d'intensité ; mais les comparaisons seraient quelque peu compliquées, et il est plus simple de s'en rapporter, comme on le fait d'ailleurs pour toutes les données premières, aux affirmations très positives de nos correspondants.

Ces affirmations sont d'ailleurs corroborées par celles qui ont été formulées non moins clairement dans quelques régions de la France, et, en particulier, dans les pays qui ont organisé des tirs de canons, de fusées ou de bombes, dans le but de dissiper les orages et d'empêcher les chutes de grêle. D'après les comptes rendus publiés par l'Association des syndicats agricoles du Beaujolais, on a constaté dans une douzaine de départements viticoles, que les orages ont été généralement faibles, peu nombreux et très localisés durant les années 1904, 1905, 1906 et 1907.

L'affaiblissement des manifestations orageuses n'est donc pas un fait particulier au département du Puy-de-Dôme. On peut le considérer, au contraire, comme un fait général, car les départements en question sont disséminés dans l'est, le centre, le midi et le sud-ouest de la France.

ORAGES DANS LE DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME

ANNÉES	NOMBRE des STATIONS	NOMBRE des jours D'ORAGES	GRÊLES avec DÉGATS	GRÊLES sans DÉGATS	PLUIES avec DÉGATS	VENT avec DÉGATS	CHUTES de FOUDRE
1886. . . .	90	56	72	76	33	5	21
1887. . . .	69	49	32	56	35	11	26
1888. . . .	70	53	4	58	9	4	3
1889. . . .	82	61	18	108	36	7	16
1890. . . .	58	48	8	50	24	20	28
1891. . . .	75	61	37	119	31	18	45
1892. . . .	242	79	163	242	37	16	89
1893. . . .	90	66	24	83	22	4	62
1894. . . .	82	60	21	110	30	19	32
1895. . . .	75	61	36	110	22	21	56
1896. . . .	57	54	18	79	36	12	42
1897. . . .	61	61	56	107	45	9	67
1898. . . .	44	62	13	74	11	7	12
1899. . . .	44	66	15	81	11	8	17
1900. . . .	38	47	15	66	12	6	20
1901. . . .	61	57	22	100	16	5	30
1902. . . .	66	41	39	87	16	20	13
1903. . . .	53	52	20	106	17	5	26
1904. . . .	52	45	27	75	5	5	24
1905. . . .	40	41	10	29	5	2	15
1906. . . .	32	33	2	18	1	»	14
1907. . . .	33	41	6	41	19	6	22

Les principales conditions atmosphériques qui favorisent la formation et le développement des orages sont: une pression faible et uniforme dans une vaste étendue de pays, surtout quand un minimum de pression existe dans le nord-ouest; une vive radiation solaire avec excès de chaleur et de vapeur d'eau. Le concours de ces conditions favorables est à peu près infaillible, et provoque presque toujours l'éclosion des orages. Mais si quelques-unes d'entre elles font un peu défaut, le nombre et l'intensité des orages diminuent. Il arrive même que les orages ne se produisent pas lorsque l'une d'elles est remplacée par une condition contraire, telle que

température trop basse, humidité trop faible, pression trop inégale ou trop petite.

C'est ce qui a eu lieu depuis 1900, à des degrés divers, dans notre département, et sans doute aussi dans les autres. La sécheresse de l'air, l'excès, l'inégalité et le mode de répartition des pressions, sont intervenus tour à tour ou simultanément pour atténuer, réduire ou empêcher les manifestations orageuses.

Il semble cependant que, dans un certain nombre de cas, l'affaiblissement de l'activité orageuse, quoique parfaitement établi, a été tantôt moins grand, tantôt plus général qu'il n'aurait dû l'être, de ce chef, d'après les constatations des années antérieures. Peut-être faut-il ajouter aux influences purement atmosphériques, celles qui résulteraient de la profonde modification qu'a subie la surface terrestre depuis une dizaine d'années au point de vue électrique, par la multiplication des voies ferrées, des fils télégraphiques et téléphoniques, ainsi que des grosses canalisations de force et de lumière.

M. DURAND-GRÉVILLE

(Lyon)

LES ORAGES DE 1903 ET DE 1904

— 4 août —

L'étude des orages, au Bureau central météorologique de France, ayant été transférée du service des avertissements à celui de la Météorologie générale, le caractère de cette étude s'est tout naturellement modifié. La statistique des chutes de grêle (nous ne disons pas *des orages à grêle*) a pris un caractère de précision plus grande. Mais ce qui nous intéresse davantage, vu le genre de nos études, c'est le grand développement donné par M. Angot (l'auteur des deux mémoires sur *Les Orages en France pendant l'année 1903* et *Les Orages en France pendant l'année 1904* des *Annales du Bureau central météorologique*) à l'étude particulière des orages observés à Paris et au Parc-Saint-Maur. M. Angot ne s'est pas contenté d'une énumération des orages au point de vue du nombre, de la trajectoire suivie, de l'intensité et de la durée, il a étudié, dans ceux de l'Ile-de-France, quelques-uns des nombreux éléments météorologiques dont les variations accompagnent normalement ces phénomènes.

C'est seulement par des études de ce genre, de plus en plus complètes, qu'on pourra élucider certaines questions encore controversées.

Notre premier projet avait été d'examiner tous les cas au point de vue de la loi des grains et des orages telle que nous l'avons maintes fois formulée (1); mais cet examen exigerait trop de place. Nous allons donc nous borner à des considérations générales et à l'examen rapide de quelques cas particuliers.

Notre but, est de préciser sur quels points les faits observés s'accordent avec nos idées; sur quels points on pourrait croire, à tort, qu'ils s'en écartent: sur quels autres, enfin, beaucoup plus rares, des vérifications sont encore nécessaires.

Pour rendre ces considérations plus claires, nous croyons devoir rappeler ici nos idées sur les grains, avec ou sans orage, avec ou sans averse, avec ou sans trombe.

Une définition courte ne peut pas s'empêcher d'être un peu schématique, par conséquent fausse dans le menu détail. Il n'est pas *rigoureusement* vrai de dire que les nombreux phénomènes du grain, (changement brusque de la direction et de la force du vent; hausse brusque du baromètre et de l'hygromètre; baisse brusque du thermomètre; averse de pluie, de neige ou de grêle; trombe ou tornade dans des cas beaucoup plus rares; orage enfin (si le grain est orageux), doivent se produire tous exactement à la minute du passage de la ligne de grain, bord antérieur du ruban de grain. Cette règle signifie: « Quand on considère le *début* de tous les phénomènes du grain, on obtient entre eux une coïncidence *beaucoup plus parfaite* que si, comme on le faisait avant nous, on essayait de faire coïncider le *maximum* d'intensité ou la phase *moyenne* des divers phénomènes. C'est, par exemple, la considération du *début* des phénomènes qui nous a permis de montrer l'identité, jusqu'alors méconnue, des isochrones de grain avec les isochrones d'orage, les secondes, toujours relativement courtes, s'encastrant simplement dans les premières, qui sont continues.

Insistons sur la nature du ruban de grain. C'est là, en effet, que se trouve le véritable nœud de la relation la plus habituelle entre le grain et l'orage.

Dans les dépressions sans grains, la courbe du baromètre enregistreur offre une forme régulière dont le minimum coïncide avec le passage du centre à la distance minimum; tandis que la courbe de l'anémomètre suit une marche presque rigoureusement inverse. De plus, tout autour du centre, la vitesse du vent est *décroissante du centre à la circonférence.* Il est vrai qu'aux proches environs du centre, là où les courants sont les plus forts, les courbes du baromètre et de l'anémomètre, tout en gardant une allure générale très régulière, offrent des petites variations nom-

(1) *Les Grains et les Orages,* par E. DURAND-GRÉVILLE *(Annales du Bureau central météorologique de France,* année 1892).

breuses et rapides, mais celles-ci n'ont aucune relation entre elles, ni surtout avec les variations de la *direction* du vent qui sont propres aux grains. Tous ces troubles sont produits par de simples remous.

Les dépressions à grains, par contre, présentent des caractères très nets, dont le plus apparent est celui-ci : dans l'intérieur d'une bande étroite qui part des environs du centre et qui s'étend jusqu'à l'isobare de 760 mm., très souvent fort au delà, le vent est beaucoup plus fort qu'en dehors de cette bande et il est fort, parfois même tempêtueux, *jusqu'à l'extrême bord* de la dépression. Une fois qu'on a constaté l'existence d'une telle bande dans une dépression située à l'Ouest d'une station centrale, « ruban de grain » peut être suivi télégraphiquement dans sa marche, connu dans son orientation et sa vitesse de translation, ce qui permet de savoir. quelques heures à l'avance, où il sera à une heure donnée, de prévoir à coup sûr qu'un grain *de vent*, tout au moins, s'éveillera *à ce moment-là* sur tous les points d'une ligne isochrone, et qu'un orage *pourra* avoir lieu à la même heure *approximative* sur tous ceux de ces points où l'atmosphère sera suffisamment humide et chaude et où des cumulus suffisamment élevés seront déjà tout formés.

Entrons plus profondément dans les détails de structure :

Puisque le vent est beancoup plus fort dans l'intérieur du ruban de grain qu'à son avant et à son arrière, il est absolument évident que le vent de surface du grain est alimenté à son arrière par une nappe d'air *descendante*, laquelle, à son avant, devient *ascendante*. Des considérations tirées de l'existence des orages dans l'intérieur du ruban de grain (nous les avons développées plus d'une fois) rendent, d'autre part, tout à fait vraisemblable que l'alimentation du ruban de grain est réalisée par les masses d'air qui descendent de la couche supérieure de déversement de la dépression, et qui, après avoir touché la terre, vont rejoindre en spirale ascendante celles qui tourbillonnent autour de l'axe central.

L'observation montre que ces masses d'air descendantes s'accumulent plus particulièrement au ras du sol, dans la partie antérieure du ruban de grain, et que c'est là que leur composante *verticale* produit la hausse brusque de pression barométrique, le crochet de grain. C'est dans cette région antérieure du ruban que le vent, pour la même raison, est le plus fort. De même encore, les nuages, à cause de la vitesse du vent de grain, doivent s'accumuler de préférence près de la ligne de grain, ce qui n'empêche pas que d'autres nuages puissent exister ou se former en des points situés en arrière de cette ligne, dans l'intérieur du ruban de grain. Il est donc naturel que les nuages accumulés à l'avant produisent *de préférence* dans cette région leurs averses éventuelles. Ces mêmes nuages (quand ils sont suffisamment élevés et que la nappe d'air descendante est semi-conductrice dans sa partie supérieure) rendent possible, ou facile,

ou inévitable, selon le cas, la communication entre la couche supérieure positive et la surface terrestre négative ; d'où l'orage.

Quand on a bien dans l'esprit cette structure du ruban de grain, on se rend compte que le passage de son bord antérieur (ligne de grain) n'est aucunement dans une corrélation *mathématique* avec les phénomènes ordinaires du grain et que, quand la coïncidence absolue n'existe pas, cela n'a rien de contradictoire avec la loi des grains schématiquement formulée. Il peut et doit arriver que l'averse retarde sur le ressaut ou crochet barométrique : il peut se faire, à plus forte raison, que l'orage ne coïncide pas rigoureusement avec le début du crochet et même qu'il ne se produise qu'à un autre moment du passage du ruban de grain, dans l'intérieur de celui-ci, là ou les circonstances sont plus favorables à sa production. Dans le domaine de la météorologie, science qui étudie des faits très complexes, les lois doivent avoir un peu de jeu. La loi de la circulation atmosphérique générale et la loi des tempêtes sont tout aussi peu mathématiquement rigoureuses, elles le sont même réellement beaucoup moins que celle des grains. Ce n'en sont pas moins des lois.

Ces remarques s'appliquent, entre autres choses, aux relations qui existent dans le grain entre la force du vent et la forme du crochet barométrique.

Longtemps, on a considéré comme un *crochet d'orage* ce crochet brusque qui coupe la régularité de la courbe barométrique. Il y a là une erreur d'appellation. Nous avons dit que la hausse barométrique brusque qui coïncide avec l'arrivée d'un ruban de grain sur une station donnée est produite uniquement par la composante verticale du vent du grain, qui, descendant obliquement, est comprimé par la résistance que le sol oppose à son mouvement. Il est vrai que la nappe descendante du vent du grain est une cause occasionnelle de l'orage ; mais c'est uniquement par sa région la plus élevée et non par celle qui touche la terre, que cette nappe descendante agit, en établissant une communication entre le sommet des cumulus très élevés et la couche des cirrus supérieurs. L'orage et le crochet dit *d'orage* sont deux résultats d'une même cause : la nappe descendante du vent du grain ; mais ils n'ont entre eux aucune relation de cause à effet. On peut s'en rendre compte facilement si l'on remarque que le crochet dit d'orage est aussi fréquent l'hiver, alors que les orages sont rares et faibles, qu'aux périodes de l'été. Bien mieux, même en été, les orages n'apparaissent que sur des points relativement très peu nombreux d'un ruban de grain dont la longueur peut atteindre 3.000 kilomètres, et sur *tous* les autres points duquel des crochets barométriques se produisent sans orage. Ces faits prouvent d'une façon décisive que l'expression fausse *crochet d'orage* doit être remplacée par celle de *crochet de grain*.

Parlons de la véritable relation qui existe entre le vent inférieur du grain et le crochet de grain.

On ne peut douter que les crochets barométriques les plus forts correspondent, *en moyenne*, aux vents de grain les plus violents. Mais les écarts dans un sens ou dans l'autre sont très grands et très fréquents. Cela doit être, car la vraie cause du crochet de grain n'est pas la vitesse du vent de grain évaluée horizontalement. Si l'on tient compte de ce fait indéniable que le vent de grain est le résultat du déversement d'une nappe d'air inclinée, tout devient clair. Le vent de grain peut évidemment affecter des inclinaisons très diverses qui sont indépendantes des valeurs très diverses de sa composante horizontale. Un vent de tempête presque horizontal exercera sur la cuvette barométrique une pression très faible, tandis qu'un vent faible pourra produire un effet très marqué s'il forme avec la surface de cette cuvette un angle relativement grand. Quand on se place à ce point de vue, certaines discordances apparentes, loin de déconcerter, deviennent toutes naturelles.

Est-ce à dire que nous prétendions avoir expliqué tous les cas, sans exception, qui peuvent se produire? Nullement. Il y a des cas rares (dont l'existence ne nous avait pas échappé dans nos recherches antérieures) qui demandent un examen tout spécial. Tel est celui des crochets barométriques pendant toute la durée desquels la vitesse du vent est beaucoup plus petite qu'avant et après le passage de la vague de forte pression. Nous avons supposé, mais sans avoir eu jusqu'ici le temps de vérifier, qu'il s'agissait, dans ces cas-là, d'un ruban de grain assez rapidement entraîné dans une direction exceptionnelle, opposée à celle du vent dont il est le siège. C'est une vérification à effectuer.

Mais il y a encore d'autres remarques importantes à faire sur la relation entre le vent et le crochet de grain. La définition du crochet appelé autrefois *crochet* d'orage et en allemand *Gewitternase*, *nez d'orage*, est restée trop étroite. On donne volontiers ce nom aux crochets dont la courbe se relève *très brusquement*, forme une pointe très aiguë et redescend rapidement pour se raccorder à la courbe générale. Tel est le crochet tracé par l'enregistreur à l'observatoire du Parc-Saint-Maur le 4 septembre 1903, crochet correspondant d'ailleurs à un orage que M. Angot a bien voulu citer comme étant, par exception, *entièrement* d'accord avec notre loi des grains par la concomitance des variations brusques de *tous* les éléments météorologiques *(fig. 1)*.

Sans aucun doute, c'est bien là la forme typique, mais M. Ciro Ferrari, dans ses admirables travaux, avait déjà montré, par l'observation pure et en dehors de toute interprétation théorique, que le « *crochet d'orage* » peut affecter les formes *les plus diverses*, aussi bien dans la partie ascendante que dans la partie descendante de l'ensemble du barogramme; qu'il peut perdre son escarpement et même se réduire à une simple *diminution un peu brusque* de la rapidité de la baisse générale. Si l'on élargit ainsi la

définition du crochet de grain, si l'on accepte sous ce nom tout *changement un peu brusque* de la direction de la courbe barométrique, — changement d'ailleurs accompagné des variations, caractéristiques du grain, qui affectent les autres éléments barométriques, — les concordances de variation redeviendront visibles là où une définition trop étroite du crochet de grain semblerait les mettre en défaut.

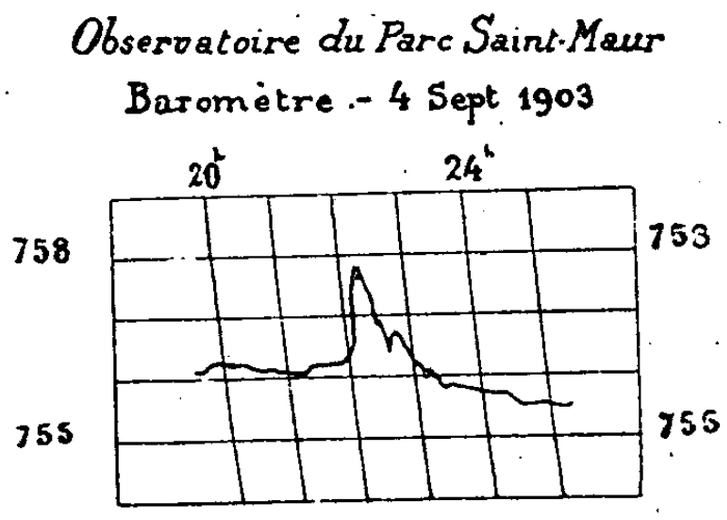


FIG. 1. — 4 septembre 1903.

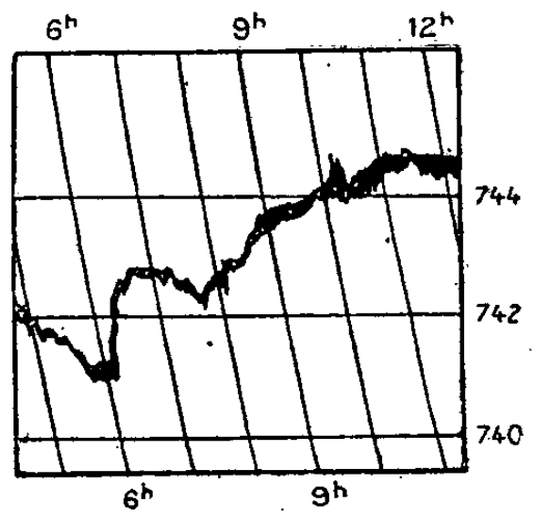


FIG. 2. — 14 janvier 1904.

La courbe du Parc Saint-Maur du 14 janvier 1904 est un bon exemple à citer à ce point de vue *(fig. 2)*.

Ce jour-là, en baisse continue jusque vers 5 h. 48 m., la pression est restée sensiblement constante ensuite pendant 25 minutes environ, puis a augmenté de 1mm 8 en moins d'une demi-heure.

Pour le savant auteur du mémoire auquel nous empruntons ces détails, il s'est produit ce jour-là une discordance assez importante entre le début du crochet de grain et le début de la hausse de vitesse du vent qui devait se produire simultanément. La remarque semble juste si on ne fait commencer le crochet de grain qu'avec le mouvement très rapide de hausse barométrique qui a commencé après 6 h. 13 m., tandis que le coup de vent violent enregistré par la tour Eiffel a commencé dès 5 h. 35 m. De sorte qu'à prendre les choses ainsi, le vent aurait commencé à augmenter 35 minutes avant la hausse barométrique, qui se serait produite juste au moment où la vitesse du vent atteignait à son maximum, puis baissait rapidement.

Tout change de physionomie si l'on place le début du crochet barométrique là où il existait *réellement*, c'est-à-dire au moment où, vers 5 h. 48 m., la baisse du baromètre, qui était très rapide, devient *brusquement* nulle. Ce n'est plus alors de 35 minutes, mais seulement de 10 minutes que la hausse du vent a précédé celle du baromètre.

On peut même, du reste, rendre compte d'une façon absolument satisfaisante de cette différence de 10 minutes, qui va disparaître complètement. En effet, quand on veut trouver une concordance aussi rigoureuse que possible, il faut évidemment comparer les instruments *d'une seule et même*

station. Personne ne songerait à chercher une concordance entre l'anémogramme de la tour Eiffel et le barogramme de Jersey, par exemple. On se rendrait trop facilement compte que le ruban de grain a dû mettre plusieurs heures à se transporter de Jersey jusqu'à Paris. La distance de Saint-Maur à la tour Eiffel ne dépassant guère 10 kilomètres, il ne peut se produire de ce chef que des discordances apparentes relativement courtes. On conçoit néanmoins qu'il y ait là une source d'erreur. Cette erreur sera nulle si le ruban de grain est orienté à peu près Est-Ouest et se déplace du Sud au Nord ou du Nord au Sud. Les deux stations, dans ce cas, seront atteintes au même instant par le ruban de grain.

Dans le cas le plus ordinaire, le ruban de grain est orienté, sous nos climats, à peu près Nord-Sud et sa translation se fait à peu près de l'Ouest à l'Est. Si nous admettons une vitesse de translation de 60 kilomètres à l'heure, l'erreur de concordance sera d'environ 6 minutes, ce qui ne dépasse guère la somme des erreurs d'observation attribuables à l'épaisseur du trait des diagrammes. Avec une vitesse de translation moindre, l'erreur peut devenir sensible au point de marquer une concordance réelle.

Nous pouvons donc prédire, à coup sûr, que l'accord sera plus parfait quand le barographe et l'anémographe se trouveront tous les deux à Paris. Ajoutons même : quand ils seront tous les deux sur la tour Eiffel. En effet, le Bureau central est gêné par la position des rues et des maisons avoisinantes, et cela à tel point, que M. Angot a pu noter entre ces deux stations si voisines des discordances et même des contradictions entre les deux barogrammes et aussi entre les deux anémogrammes. Ici, l'action des remous est évidente.

On voit combien il faut de précautions pour arriver à vérifier la concordance qui existe dans *l'immense majorité des cas* et que nous avons observée de très nombreuses centaines de fois en comparant les diagrammes de *tous* les éléments météorologiques *d'une seule et même station*.

Il va sans dire, aussi, qu'on s'expose à des mécomptes quand on ne compare que deux éléments. Dans tel cas donné, ainsi que nous l'avons fait remarquer, la hausse barométrique peut faire défaut ou, du moins, être à peine visible, si le coup de vent, même violent et brusque, est horizontal. Mais, alors, les variations des autres éléments météorologiques — hausse brusque de l'humidité, baisse brusque de la température, changement brusque de direction du vent, — viendront apporter la preuve du passage d'un ruban de grain, alors que l'absence de crochet semblerait indiquer le contraire.

L'absence du vent de grain concomitant à un crochet barométrique très net constitue encore une anomalie observée, quoique peu fréquente. Nous avons eu la preuve — c'est ce que nous montrerons un jour, — que, dans ces cas-là ou, du moins, dans certains de ces cas, le vent de grain *n'est*

pas descendu jusqu'à terre, mais qu'il existe un peu plus haut dans l'atmosphère.

Les menues discussions qui se présentent sont trop nombreuses pour que nous puissions ici les aborder toutes. Déblayons-en quelques-unes.

A propos d'une hausse presque intantanée de 1 mm qui s'est produite le 9 février 1904, faut-il trouver *intéressant de signaler ce mouvement du baromètre en dehors de tout phénomène orageux observé à petite distance?*

Pour nous, l'orage n'étant pour rien dans la production du crochet, il n'y a là rien que de normal. C'est un ruban de grain qui a passé.

Il va sans dire aussi que quand on parle d'une *relation* possible entre un crochet barométrique à Paris et un orage lointain, il ne peut s'agir aucunement d'une relation directe, car, dans ce cas, le crochet se produirait *simultanément* sur tous les enregistreurs de la France ou, tout au moins, de la région. Or l'observation constante montre que tous les points frappés simultanément se trouvent sur une bande étroite et longue, le ruban de grain, et jamais ne se répartissent en tous sens sur une surface, tandis que tout coup de tonnerre laisse une trace simultanée sur tous les appareils récepteurs de télégraphie sans fil.

En consultant le travail de M. Angot, nous rencontrons la mention de deux orages, ceux du 11 et du 13 février 1904, qui montrent une apparente discordance entre le barogramme et l'orage.

L'orage du 11 a été très violent, il était au zénith à 12 h. 55 m., à Saint-Maur. Si l'on ne tient compte que de la partie du crochet où la hausse est très rapide, il y a discordance en effet, puisque la hausse rapide n'a commencé qu'à 13 h. 18 m., c'est-à-dire 23 minutes après le passage de l'orage au zénith de Saint-Maur. Mais il faut se souvenir, d'une part, que l'intensité de l'orage est fort loin d'être toujours proportionnelle à la composante horizontale ou verticale du vent. D'autre part, le barogramme

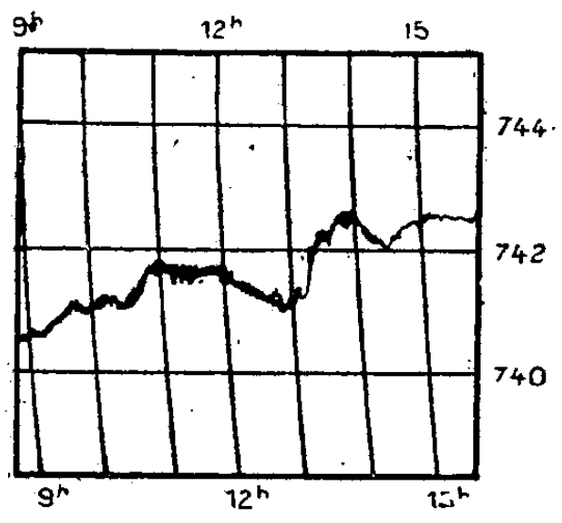


FIG. 3. — 11 février 1904.

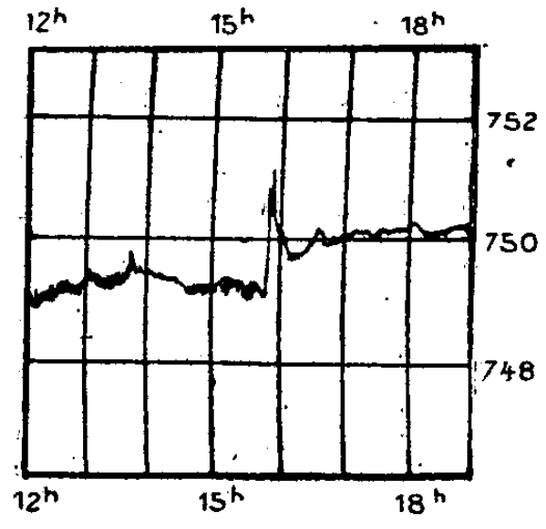


FIG. 4. — 14 février 1904.

(fig. 3) signale plusieurs petites hausses successives, antérieures à la hausse principale. Il faut en tenir compte. L'une d'elles a commencé pré-

cisément vers 12 h. 50 m., c'est-à-dire *au moment* où l'orage allait passer (12 h. 55 m.) au zénith. L'accord est certain.

Même remarque à propos de l'orage du 13 février 1904. Il a tonné à Saint-Maur de 15 h. 33 m. à 16 h. 07 m. Au milieu de l'orage, la courbe du baromètre présente *(fig. 4)* une montée très remarquable, qui, en deux fois, a atteint $2^{mm}2$. Mais, ici encore, et même avant le début de l'orage, on peut voir que la courbe présente des ressauts qui, pour être moins marqués, n'en sont pas moins significatifs. Plusieurs rubans de grain conjugués ont passé sur la station avant le grand crochet. N'y a-t-il eu, pendant ce temps, ainsi que l'affirme l'auteur, aucune variation *remarquable* de la puissance du vent ni à la tour Eiffel ni au Bureau central? Le mot *remarquable* peut être interprété de plusieurs façons. A-t-on tenu compte de la distance qui sépare Saint-Maur de la tour Eiffel ? En tout cas, le crochet de grain peut avoir été produit par une simple augmentation de l'inclinaison de la nappe descendante du vent de grain, sans variations sensibles de la composante horizontale.

Un mot sur l'expression couramment employée d'*orage à grêle*. Nous ne voyons aucun inconvénient à son emploi, qui simplifie le discours, pourvu qu'il reste bien entendu que *l'orage n'est pour rien dans la production de la grêle*. Des cas nombreux de grêle sans orage ont été signalés depuis longtemps et l'ont été plus récemment par M. Moureaux ainsi que par M. Angot. L'orage et la grêle sont des résultats indépendants l'un de l'autre. Il est vrai qu'ils ont tous les deux pour cause occasionnelle l'arrivée d'un ruban de grain dans un édifice de nuages déjà antérieurement et convenablement préparé ; mais il s'agit de *deux préparations fort différentes*. Pour l'orage, la préparation consiste dans l'existence de nuages suffisamment élevés ; pour la grêle, il faut un édifice plus compliqué : un grand cumulo-nimbus dont la partie moyenne est en surfusion, tandis que sa partie supérieure est un champignon de particules de glace.

L'averse n'est pas autre chose qu'une chute de grêle fondue en route, Ce que nous venons de dire de la grêle s'applique donc à l'averse et, par suite, on ne peut admettre l'existence d'une « averse d'*origine orageuse* ». Il est tout aussi erroné de dire qu'un orage a *amené* de la pluie quelque part. C'est risquer de conserver dans la science une véritable confusion que d'attribuer le rôle de cause à l'orage, qui n'est, au contraire, qu'un épiphénomène. MM. Mohn et Hildebrandsson, dans *les Orages en Scandinavie*, avaient déjà fait remarquer que *les « phénomènes électriques semblent n'être dans les orages qu'un élément secondaire »*. M. Ciro Ferrari, de son côté, avait insisté sur ce fait que, souvent, les phénomènes électriques sont faibles alors que les autres éléments météorologiques, tempête, averse de pluie et de grêle sont déchaînés. Nous croyons avoir achevé d'éclaircir la question en mettant d'un côté tous les phénomènes du grain,

y compris les trombes, et de l'autre, tout à fait à part, le phénomène qui s'y ajoute occasionnellement, l'orage. Toutes nos vérifications, depuis 1892, ont confirmé la nécessité de cette séparation.

*
* *

Nous ne pouvons maintenant qu'effleurer ici la question si importante des conditions de pression atmosphérique générale les plus favorables à la production des orages. M. Angot admet quatre situations favorables :

1° Une pression assez uniforme, avec dépressions presque plates, sur une large surface du continent; 2° Une pression assez uniforme entre deux régions de forte pression; 3° Un couloir de basses pressions qui réunit deux dépressions; 4° Un ruban de grain.

Nous croyons que, par une exception rare sous nos climats, des pressions uniformes, répandues sur une large surface, sont favorables à la production d'orages *de chaleur*. En effet, cette uniformité, quand elle est réelle, coïncide avec l'absence à peu près complète de vent. Dans ces conditions, les nuages formés par des courants ascendants peuvent facilement atteindre à des hauteurs très considérables, ce qui favorise la communication électrique de la couche des cirrus supérieurs avec la terre sans l'aide de la nappe de déversement du grain. Mais nous affirmons que, dans *la plupart* des orages cités par notre savant confrère comme produits dans ces conditions, les *pressions uniformes* signalées, simple apparence produite par les cartes d'isobares sommairement tracées de 5 en 5 millimètres, sont en réalité des couloirs de grain bordés du ruban de grain qui est la véritable cause occasionnelle des orages. Il suffit, pour mettre cela en évidence, de tracer la carte d'isobares par millimètres. C'est ce que nous avons fait. Quant au *couloir* entre deux dépressions, nous avons pu constater, en construisant les cartes par millimètres correspondantes, que c'était, presque toujours, un fragment d'un couloir *beaucoup plus long* bordé d'un puissant ruban de grain, absolument pareil à celui du 27 août 1890, que nous avons étudié en détail, lequel couloir renfermait aussi une dépression secondaire qui jouait un rôle secondaire comme le couloir lui-même, le rôle principal, le rôle unique dans la production du grain et de l'orage étant réservé au ruban de grain.

Telles sont les remarques, trop succinctes que nous ont suggérées ces deux savants travaux, dont on ne peut que souhaiter la continuation, en espérant qu'à défaut de tous les orages, ce qui serait un travail impossible, un ou deux orages par an seront étudiés complètement, y compris la vérification au moyen des cartes d'isobares tracées par millimètres de deux en deux heures.

Toutes les questions ne sont pas résolues dans ce domaine encore peu exploré : nous avons pourtant la certitude que les grandes lignes de notre théorie, basées uniquement sur les faits, resteront intactes.

M. P. GARRIGOU-LAGRANGE
Secrétaire général de la Société Gay-Lussac (Limoges).

DU RÔLE DE L'ÉVAPORATION A LA SURFACE DU SOL
LES CAVES GLACÉES DE PONTGIBAUD

— 5 août —

Il est, près de la petite ville de Pontgibaud, en Auvergne, un phénomène météorologique curieux, connu depuis longtemps, plusieurs fois décrit, mais qui ne semble pas avoir reçu jusqu'à ce jour d'explication satisfaisante. C'est celui de la production d'une quantité notable de glace en été dans les conditions que je vais déterminer.

A l'Est de Pontgibaud, existe une vaste surface qui a été recouverte par les coulées de lave du Puy-de-Dôme. Cette énorme coulée, connue sous le nom de cheire de Pontgibaud, s'est disloquée en se refroidissant et sa surface dénudée par place de toute végétation, offre un aspect hérissé de blocs plus ou moins gros entassés les uns sur les autres. En plusieurs points et, notamment, sur la lisière Ouest, le long de l'arête de terrains primitifs qui délimite la vallée de la Sioule, la cheire offre de nombreux et vastes entonnoirs, constitués par ces blocs de lave, de 10 à 20 mètres de profondeur et de 30 à 50 mètres de diamètre à leur partie supérieure.

Henri Lecoq, dans ses *Époques géologiques de l'Auvergne*, s'exprime ainsi :

Quand on a atteint, pendant l'été, le fond de ces entonnoirs, on sent une fraîcheur qui contraste avec la température de l'air ambiant et si l'on détourne quelques pierres assez volumineuses on voit de grandes fissures se prolonger bien au delà du fond. On éprouve, à l'origine de ces fissures, un froid assez vif et l'on y observe une humidité constante, qui se traduit souvent en gouttelettes de rosée qui entretiennent la fraîcheur d'un tapis de mousse du plus beau vert.

On concevrait que la neige de l'hiver, accumulée dans ces espèces de glacières, dût s'y conserver longtemps; mais elle y fond au contraire quelquefois très vite, tandis que, dans les jours chauds de l'été, l'intensité des courants d'air froid est presque toujours assez forte pour y former de la glace.

Le 12 août 1838, par une température très élevée, nous avons rencontré de l'eau glacée dans plusieurs de ces entonnoirs. Dans l'un d'eux, profond d'environ 20 mètres, nous avons trouvé de belles masses de glace dont nous avons transporté de gros morceaux; cette glace était dure, transparente, offrant dans l'intérieur de sa masse de petits tubes contournés remplis d'air, dans lesquels l'air ne tardait pas à s'insinuer en suivant toutes les sinuosités des tubulures. Cette glace nous paraît produite par les courants d'air froid qui s'échappent de la lave.

Aujourd'hui, des caves ont été construites sur ces courants glacés et l'on a tiré parti du froid qui y règne pour la fabrication des fromages, à la façon de ceux de Roquefort. Nous avons vu, en plein été, les parois de ces caves couvertes de congélations transparentes.

Cette description est très complète et très exacte, le fait a d'ailleurs été mentionné plusieurs fois.

Dès 1631, un Allemand, Abraham Golnitz, passant à Pontgibaud, venant de Limoges, dit qu'il visita la cave de la glace, dont l'eau est toujours gelée au mois de juillet et d'août et chaude en hiver.

De son côté, dans son livre sur *Pontgibaud en Auvergne,* Tardieu constate que les hommes de science ne manquaient pas de s'enquérir de la fontaine de glace, située au bout de la cheire de Pontgibaud et à l'entrée du bois de Violène.

C'était en effet, dit-il, un phénomène difficilement explicable de voir en plein soleil se conserver et se reproduire un énorme glaçon. Le thermomètre avait beau marquer 30 et même 40 degrés au-dessus de 0, le cristal de glace restait insensible à l'action des rayons solaires. A peine avait-on rompu la glace qu'elle se reconstituait aussi rapidement que par les grands froids de l'hiver.

L'idée de faire servir à l'industrie des fromages cette glacière en permanence fut suggérée par M. Fournet, ancien ingénieur des usines de Pontgibaud, à plusieurs industriels de Lyon, entre autres à M. Prud'hon, cousin du célèbre économiste. Pour favoriser l'établissement de cette industrie dans la région, le comte de Pontgibaud autorisa, en 1840, la Société fromagère de Salinas, à prendre possession de la fontaine de glace et à y faire toutes recherches, constructions et substructions. Des sommes considérables (plusieurs centaines de mille francs) furent dépensées par la Société qui fit venir ses ouvriers de Roquefort et qui obtint d'excellents résultats comme fabrication.

Abandonnées, puis reprises en 1848 par le comte César de Pontgibaud, ces caves sont aujourd'hui louées à M. Roussel, de Laqueuille.

Ayant eu l'occasion de passer à Pontgibaud le mois d'août de l'année 1905, des habitants du pays me conduisirent fort obligeamment à ces entonnoirs. J'en visitai cinq ou six où je trouvai de la glace, dans les conditions décrites par Lecoq. Je visitai également les caves glacées, où malgré la présence et la fermentation de plusieurs milliers de fromages, la température ne dépassait pas 5 à 6 degrés.

Désireux d'étudier de plus près le phénomène, je fis un psychromètre avec deux thermomètres que m'envoya M. Plumandon, météorologiste de l'Observatoire de Clermont-Ferrand et je pris pendant plusieurs jours la température et le degré d'humidité de l'air au sommet et au fond des entonnoirs. Ces observations m'ont toujours donné sensiblement le même résultat, tel que celui par exemple du 10 août, à 4 heures et demie du soir :

Hors de l'entonnoir.	thermomètre sec . . .	25°,2
	— mouillé .	17°,7
Au fond de l'entonnoir à quelques centimètres au-dessus de l'eau congelée	thermomètre sec . . .	2°,2
	— mouillé .	2°,2

Dans l'eau même au-dessus du glacier, le thermomètre marquait évidemment 0 degré (1).

(1) Des observations analogues ont été faites, en 1908, par M. David, de l'Observatoire du Puy-de-Dôme. Elles ont donné sensiblement les mêmes résultats.

Ces observations ne peuvent donc nous renseigner sur la cause du phénomène. Il en est de même de l'idée émise par Lecoq au sujet de l'évaporation produite par les courants d'air. Car si cette évaporation agissait seule, elle s'arrêterait nécessairement au degré de température pour lequel l'air serait saturé et il ne saurait y avoir de ce fait abaissement à 0 degré et encore moins production de glace.

De tous les auteurs qui ont traité ce sujet, Poulett-Scrope, dans ses *Volcans d'Auvergne*, semble seul avoir compris la difficulté. Il s'exprime ainsi :

Vers la limite de la cheire, à quelque distance de Pontgibaud, est une grotte naturelle dans le basalte; dans son intérieur sourd une petite source en partie glacée pendant les chaleurs de l'été et qu'on dit chaude en hiver. Il est cependant probable qu'elle ne paraît tiède que par contraste avec la température extérieure.

La congélation de l'eau est probablement due à la forte évaporation produite par un courant d'air très sec, sortant de quelques longues fentes ou galeries souterraines qui communiquent avec la grotte et dont la sécheresse doit être attribuée aux propriétés absorbantes de la lave à travers laquelle il passe.

On sait déjà que les solutions salines présentent à température égale une tension de vapeur d'eau inférieure à celle de l'eau pure. On sait également que les terres arables absorbent l'humidité de l'air et l'on trouvera des renseignements à ce sujet dans tous les traités de chimie agricole. Il pourrait bien en être de même, à des degrés près d'intensité, pour les corps solides, roches, etc., qui composent la croûte terrestre et notamment pour le basalte de Pontgibaud. Mais le fait avait besoin d'être vérifié et j'ai, à cet effet, entrepris une série d'expériences.

N'ayant pu mettre directement en évidence une différence de tension, qui doit d'ailleurs être très minime, j'ai eu recours au procédé indirect suivant :

Dans un flacon hermétiquement clos, j'ai introduit, en même temps que la matière à essayer, une petite éprouvette graduée pleine d'eau. J'ai constitué cinq flacons semblables; dans le premier, j'ai mis de la lave concassée; dans le deuxième, de la domite du Puy-de-Dôme; dans le troisième, de la terre végétale ordinaire; dans le quatrième, de l'acide sulfurique; le cinquième enfin était vide et servait de témoin. J'ai plongé les cinq flacons dans une cuve pleine d'eau, afin qu'ils fussent tous à la même température.

Dans ces conditions, le niveau de l'eau dans les éprouvettes des quatre premiers flacons s'abaisse d'une façon graduelle et continue, beaucoup plus vite dans le flacon à acide sulfurique et au bout de quelques jours la différence de niveau est sensible dans tous les flacons, sauf dans le flacon témoin.

Ces expériences ont besoin d'être reprises et développées, mais pour incomplètes qu'elles soient, elles n'en démontrent pas moins le pouvoir d'absorption des roches de l'écorce terrestre pour la vapeur d'eau, absorption purement physique et d'ailleurs très faible, mais qui n'en peut pas moins produire des effets importants, lorsqu'elle agit sur des masses considérables.

Dans le cas de Pontgibaud, Poulett-Scrope estime à 15 kilomètres carrés la superficie de la cheire et son épaisseur moyenne à 10 mètres, ce qui donnerait 150 millions de mètres cubes et, en attribuant à la lave la densité 2,60, on aurait 2.600 kilogrammes pour poids du mètre cube. Ce serait donc la masse énorme de 390 milliards de kilogrammes que cette vaste coulée représenterait.

Dans ces conditions, on comprend que l'air circulant à travers de telles masses et desséché à mesure de son refroidissement puisse évaporer la quantité d'eau relativement faible qu'il rencontre au fond des entonnoirs, au point d'abaisser cette eau à 0 degré et de la congeler.

Le même effet se produit, à des différences près d'intensité, dans toute la couche superficielle de la croûte terrestre, qui agit ainsi vis-à-vis de la vapeur d'eau à la façon d'une éponge. On pourrait y voir la raison, au moins partielle, de la température de certaines grottes et de certaines sources circulant près de la surface du sol et en même temps de la production, dans ces grottes, d'abondantes concrétions, stalagmites, stalactites, tufs, qui impliquent une active évaporation. On pourrait aussi y trouver dans quelque mesure l'explication du peu de fréquence des condensations dans les couches basses de l'atmosphère. Bien qu'ici interviennent des causes complexes et notamment les différences de température entre le sol et l'air, la présence dans ces couches basses en quantité considérable de fumée, poussières et autres noyaux de condensation, conduit à attribuer à l'absorption de la vapeur d'eau par le sol une influence certaine dans le fait que les nuages n'apparaissent communément qu'à une altitude de plusieurs centaines de mètres.

Une autre cause agit d'ailleurs dans le même sens et, comme elle dépend également de l'évaporation de l'eau par un courant d'air qui ne peut en se refroidissant se saturer, j'en dirai ici quelques mots. Soit une masse d'air en contact avec le sol, p_0 sa pression, t_0 sa température et f_0 la tension de la vapeur d'eau. Si cet air s'échauffe jusqu'à la température t_1 et qu'il prenne un mouvement ascensionnel, il se refroidit et il est au point dans la verticale pour lequel sa température sera redevenue égale à la température initiale t_0. A ce point, on peut dire que l'air s'est détendu isothermiquement et sa pression étant devenue $p_1 < p_0$, la tension f_1 de sa vapeur sera également plus petite que f_0.

Dans cet état, il sera susceptible d'évaporer une quantité d'eau en rapport avec son volume et s'il rencontre un nuage, il le congélera en partie.

En réalité, les phénomènes sont plus compliqués, parce que nous avons supposé que l'air s'échauffait sans absorber de vapeur d'eau, ce qui n'est pas absolument exact. Il n'en est pas moins vrai que l'on doit y faire une part importante à l'évaporation et que là, comme dans les trous à glace de Pontgibaud, cette évaporation se produit d'une façon continue sous l'in-

fluence d'un courant d'air qui ne peut en se refroidissant arriver au point de saturation, soit qu'il se dessèche par son passage sur des substances absorbantes, soit qu'il se dessèche par détente isothermique. Dans l'un comme dans l'autre cas, nous arrivons à une production de froid intense, puisqu'à Pontgibaud on a pu l'utiliser industriellement et que, d'autre part, on sait la quantité énorme de glace qu'un orage peut verser sous forme de grêle à la surface du sol.

Il m'a semblé de quelque importance de signaler ces faits, non seulement pour leur intérêt scientifique, mais encore pour l'intérêt pratique qui s'y rattache. En présence de l'importance que prennent chaque jour les questions du froid industriel et de ses applications, il n'était pas sans intérêt de montrer que, par le seul jeu des forces naturelles, l'atmosphère constituait dans certaines conditions des machines à froid simples et puissantes (1).

M. J. R. PLUMANDON

SUR LA NATURE ET L'ORIGINE DU VENT

— 4 août —

Si la terre était immobile, et si la densité de l'air était la même dans toutes les régions atmosphériques d'égale altitude, l'atmosphère se trouverait en repos absolu, parce que les forces de gravité et de pression y seraient partout en parfait équilibre. Mais cet état de repos n'existe pas, car il est détruit par deux forces principales : la chaleur rayonnée par le soleil, et la rotation de la terre.

En réalité, l'air est rarement immobile, et tous ses mouvements, qui sont occasionnés par la rupture d'un équilibre instable, ont pour but de rétablir cet équilibre toujours rompu.

Dans un fluide aussi mobile que l'air, la moindre perturbation calorifique ou mécanique donne, en effet, naissance à une vive agitation tourbillonnaire. Pour s'en rendre compte, il suffit de faire pénétrer un rayon de soleil dans une chambre obscure par une fente étroite et longue, de manière à y déterminer une section fortement éclairée. On projette ensuite la fumée d'un cigare sur cette nappe lumineuse, après avoir légèrement agité l'air dans son voisinage, ou bien après en avoir approché une

(1) Le vendredi 7 août, un groupe d'excursionnistes, parmi lesquels MM. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi : David, de l'Observatoire du Puy de Dôme ; Durand-Gréville et Garrigou-Lagrange, etc. ; a visité les trous à glace et les caves glacées de Pontgibaud. Malgré la température plutôt défavorable ce jour-là, ils ont pu extraire des fragments assez volumineux de glace et se rendre ainsi compte de la réalité et de l'intérêt du phénomène.

allumette enflammée : la fumée révèle l'existence d'une multitude de tourbillons qui s'entremèlent avec une merveilleuse variété de formes et de vitesses.

Une agitation tourbillonnaire, bien plus active encore et incomparablement plus puissante, existe dans l'atmosphère, où elle est créée par le rayonnement solaire et modifiée par la rotation de la terre : de là, les vents, depuis le plus doux zéphir jusqu'à la plus violente tempête. On admet communément, d'une façon plus ou moins explicite, que les vents sont des courants d'impulsion qui se propagent dans le sens de leur marche en envahissant les régions aériennes qu'ils rencontrent. Cela est vrai pour les courants ascendants dus à l'action calorifique du soleil, mais il est probable que presque tous les autres vents sont au contraire des courants d'aspiration, et qu'ils se développent au sens inverse de leur marche. Je vais essayer de le montrer en prenant d'abord un exemple simple, celui de la brise de montagne.

Dès que le soleil a commencé d'échauffer le flanc d'une montagne, un courant ascendant ne tarde pas à naître. L'air échauffé par le contact du sol s'élève plus ou moins rapidement en formant un courant d'impulsion, et il se trouve aussitôt remplacé par celui du voisinage immédiat, qui se trouve ainsi *aspiré* d'autant plus vivement qu'il est encore poussé par les pressions latérales. Si l'échauffement persiste, le courant ascendant continue, en s'accentuant davantage, l'appel d'air devient plus énergique, gagne de proche en proche, et un vent dirigé vers la montagne s'établit avec plus ou moins de force. Si la montagne forme le fond d'une longue vallée, ce vent peut acquérir une grande intensité. C'est un vent d'aspiration, et, dans certains cas les fumées des maisons d'habitation, ou quelques brouillards disséminés, permettent de suivre nettement la propagation *rétrograde* du vent.

Si l'on étudie un cas plus général, celui d'une région aérienne quelconque qui soit plus chaude que les régions qui l'entourent, comme le sont, par exemple, celles qui donnent naissance aux orages ou aux dépressions atmosphériques, on reconnait que l'ascension de l'air chaud appelle l'air de tous les côtés, d'abord des environs contigus, puis de plus en plus loin, à mesure que le courant ascendant prolonge son action. Les vents que l'on voit souffler contre les orages, les fumées et les nuages, qui sont attirés vers les centres orageux, accusent souvent cette propagation du vent en sens inverse de sa marche.

Dans le cas des grandes dépressions, la propagation rétrograde du vent est quelquefois indiquée par l'extension progressive des vents du sud vers le sud, des vents du nord vers le nord, etc. ; mais les déviations du vent terrestre par les reliefs du sol empèchent souvent de la constater. On la distinguerait bien plus souvent, si nos stations météorologiques avaient

généralement l'habitude de noter avec soin la marche des nuages inférieurs.

Les innombrables appels d'air créés par la radiation solaire sont, en outre, multipliés et modifiés à l'infini, suivant les conditions favorables ou défavorables qu'ils peuvent rencontrer dans la topographie de la surface terrestre, ou bien dans l'atmosphère même. L'aspiration peut donc varier de toutes façons, s'exercer plus haut ou plus bas, plus à droite ou plus à gauche, plus étendue ou plus restreinte, plus forte ou plus faible, et le vent pourra ainsi marcher de bas en haut ou de haut en bas, dans une direction ou dans une autre, en ligne droite ou sinueuse, en larges nappes ou en minces filets, en tourbillons montants ou descendants ; il pourra enfin s'accentuer ou s'affaiblir.

Cela permet d'expliquer très simplement bien des phénomènes difficiles à comprendre. Par exemple, pourquoi le vent est quelquefois plus fort dans la plaine que dans la montagne, contrairement à ce qui se passe d'habitude ; pourquoi les tempêtes tantôt restent dans les régions élevées de l'air, tantôt descendent jusqu'au sol ; — pourquoi le vent peut être moins grand sur le versant montagneux qu'il frappe directement que sur le versant opposé ; — pourquoi il lui arrive d'être localisé dans les vallées ou même dans leurs thalwegs, ou bien encore suivant une étroite bande au milieu d'une vaste plaine ; — pourquoi des coups de vent, des tourbillons aussi subits qu'éphémères peuvent se produire dans un air calme ; — pourquoi les accalmies et les recrudescences se succèdent sans cesse dans les tempêtes, etc.

On y trouve aussi l'explication toute naturelle de quelques vents remarquables : fœhn et nordfœhn, bora, mistral, siroco, moussons, etc.

Je pourrais citer beaucoup d'observations tout à fait locales et personnelles qui montrent l'importance des phénomènes d'aspiration sur l'origine et la nature des vents. Mais j'exposerai seulement quelques faits plus généraux qui la mettront mieux en évidence parce qu'ils ont été observés absolument en dehors de l'application que j'en veux faire.

En 1877, j'ai signalé dans *La Nature* la formation fréquente d'un vaste tourbillon à l'est de la chaîne des Puys. L'altitude moyenne de cette chaîne au niveau des cols varie de 1000 à 1100 mètres, et le Puy-de-Dôme atteint 1465 mètres, tandis que la Limagne, même vers Clermont, ne dépasse pas 400 mètres. Cela constitue une brusque dénivellation d'au moins 600 à 700 mètres qui est la cause du tourbillon. Quand le vent d'ouest souffle avec violence dans la montagne, il lui arrive de déterminer un fort appel d'air des couches inférieures vers le bord du plateau. Le vent d'est règne alors à notre station de Clermont, et remonte le versant des montagnes jusqu'à la hauteur du courant d'ouest. Là il donne naissance à une abondante formation de nuages qui passent avec rapidité au-dessus de nos

têtes pour aller s'accumuler vers l'est. Ce tourbillon qui peut se développer sur 25 ou 30 kilomètres de longueur, persiste pendant plusieurs heures et quelquefois durant des journées entières.

D'autres fois, par le même vent général d'ouest soufflant là-haut en tempête, nous avons en bas le calme absolu, ou bien encore un vent aussi violent que celui de la montagne.

Les trois cas s'expliquent par les différences qui peuvent exister dans l'inclinaison du vent général. Si le vent monte, c'est-à-dire si l'appel d'air qui le crée se trouve à une hauteur suffisante, c'est le calme pour nous ; s'il souffle horizontalement, nous avons le vent d'est du tourbillon ; si l'appel d'air qui donne naissance au vent général s'exerce jusqu'au niveau du sol de la plaine, nous subissons ce vent lui-même.

Le vent des vallées est souvent renforcé par un effet analogue à celui de ce dernier cas. Si les conditions atmosphériques générales déterminent un appel d'air près du sol vers le débouché des vallées dans la plaine, cet appel se trouve plus facilement satisfait par l'afflux d'air qui provient des vallées, surtout si les reliefs du sol empêchent, gênent ou retardent la circulation de l'air à un niveau plus élevé. L'écoulement de l'air commence donc dans la partie inférieure de la vallée, de sorte que le vent se propage plus facilement en sens inverse de la pente et de sa propre marche ; il augmente naturellement avec l'importance de l'appel d'air et l'étroitesse de la vallée.

Le mistral, vent des régions nord qui souffle quelquefois avec une violence extrême dans la basse vallée du Rhône, est un vent d'appel créé de cette façon par les dépressions qui se forment si fréquemment au sud des Alpes. Très fréquent vers les Bouches-du-Rhône, et sur tout le littoral méditerranéen entre Marseille et Montpellier, il se propage plus ou moins vers le nord, mais remonte assez rarement jusqu'à Valence. La formation souvent très brusque des dépressions subalpines, l'obstacle énorme des Alpes qui empêche l'arrivée de l'air septentrional par tout autre côté que la vallée du Rhône, expliquent à la fois la soudaineté et la violence du mistral. Cette violence devient plus grande encore lorsque la pression atmosphérique augmente simultanément dans le nord-ouest de la France.

Dans les observations de la région des Pyrénées que M. Marchand, notre sympathique et distingué président, a étudiées avec tant de sagacité, je trouve encore une démonstration remarquable de l'importance des vents d'aspiration. En voici un exposé succinct.

Lorsqu'une dépression vaste et profonde s'est établie dans le nord-ouest de l'Europe, elle donne naissance à des vents généraux du sud-ouest dans la plus grande partie de la France. Mais, au niveau des plaines subpyrénéennes, les phénomènes de la circulation aérienne sont sensiblement modifiés par l'écran montagneux, et ne se rattachent plus directement aux

mouvements généraux de l'atmosphère. A Bagnères, le vent, qui descend de la chaîne, est chaud et sec par l'effet du mécanisme habituel, et il vient du sud-est. Plus bas, dans les vallées, il souffle du sud, du sud-sud-est ou du sud-est en déviant ainsi de plus de 90 degrés sur la direction générale du courant atmosphérique, qui est tout au plus de l'ouest-sud-ouest au Pic-du-Midi. C'est le vent d'autan, fœhn pyrénéen bien caractérisé, qui fait descendre l'hygromètre jusqu'au quart de la saturation. Plus loin des Pyrénées, le vent se modifie peu à peu : à Tarbes, il souffle encore du sud-est, mais seulement par à-coups : à Toulouse, il vient du sud-ouest comme le comporte la situation barométrique générale, sans présenter aucun des caractères du vent d'autan.

La déviation anormale du vent, dans cette région, suffirait seule pour mettre en évidence l'aspiration atmosphérique qui s'exerce au niveau des plaines de Gascogne, sous l'influence des courants généraux du sud-ouest ; mais elle est encore accusée par la localisation du vent dans les vallées qui descendent des Pyrénées.

Dans les vallées de la Suisse, le fœhn est un vent chaud et sec qui se manifeste toutes les fois qu'une dépression atmosphérique s'avance dans l'Europe centrale. L'aspiration créée par cette dépression attire d'abord l'air des vallées, et elle se propage par là jusqu'au delà de la ligne de faite. Elle oblige donc l'air du versant méridional : 1° à franchir le massif montagneux, après s'être débarrassé par détente et par condensation d'une partie de sa vapeur d'eau ; 2° à descendre les pentes des vallées septentrionales où il se réchauffe par compression et devient très sec.

Dans le nord de l'Afrique et, particulièrement, en Tunisie, le siroco est un vent des régions sud qui souffle en toutes saisons (100 jours par an dans les plaines maritimes) toutes les fois qu'une dépression atmosphérique se développe au sud des Alpes ; c'est donc encore un vent d'appel. Il débute d'ailleurs assez souvent vers le nord du littoral avant d'atteindre les pays plus méridionaux. En outre, il constitue un courant de faible épaisseur dont la chalenr et la sécheresse s'accentuent progressivement, surtout dans les vallées et dans les plaines basses, où il prend un peu les caractères du fœhn.

Le siroco des États-Unis, qui porte le nom de chinook, a une cause analogue. D'après les travaux de M. Hazen, il se produit quand une vaste dépression se trouve dans la direction du nord, entre les Montagnes Rocheuses et l'Océan Pacifique, et qu'elle aspire l'air sec des régions méridionales qui sont chaudes et arides.

On pourrait expliquer de la même manière, c'est-à-dire par des phénomènes d'aspiration, l'origine et la nature de beaucoup d'autres vents qui ont attiré spécialement l'attention des météorologistes : nordfœhn, bora, simoun, harmattan, khamsin, moussons, etc. Il est clair d'ailleurs qu'avec

l'organisation météorologique actuelle, encore bien rudimentaire, il ne peut être question que des vents qui se présentent dans des conditions d'observation exceptionnellement favorables.

Toutefois, ce que nous avons dit paraît être suffisant pour faire admettre, par déduction, qu'on doit trouver l'aspiration, non seulement à l'origine de presque tous les vents qui soufflent près de la surface terrestre, mais encore de la plupart de ceux qui règnent dans les régions plus élevées. Les obstacles formés par les reliefs du sol ne sont pas les seuls, en effet, qui peuvent modifier la circulation atmosphérique et créer des appels d'air. Les masses aériennes elles-mêmes par la diversité de leur composition et par les différences de température et de densité qui en résultent, par leur inertie et par la répercussion de leurs mouvements les uns sur les autres, jouent un rôle analogue à celui des inégalités de la surface terrrestre.

Ces diverses réactions, terrestres ou atmosphériques, s'exercent naturellement à tous les degrés d'intensité. Les unes nous sont dévoilées simplement par l'agitation de quelques grains de poussière, d'autres sont assez puissantes pour bouleverser la surface des terres et des mers ; d'autres enfin ne nous sont révélées que par les mouvements des nuages et par les perpétuelles modifications de l'état du ciel. Elles se produisent partout, et leur généralité contribue même à nous éclairer un peu sur la nature intime du vent.

Tout le monde a pu constater que lorsqu'il fait du vent, l'air ne s'écoule pas d'une façon régulière, ni même simplement avec de lentes variations de vitesses, comme le ferait une nappe liquide d'une vaste étendue. Les champs de blé par les ondulations de leurs épis, les longues rangées d'arbres, par l'agitation localisée de leurs troncs et de leurs branches, la surface des eaux tranquilles par la répartition de leurs rides, montrent clairement que l'air peut rester presque calme tout à côté d'un endroit où il se déplace avec une grande vitesse. Nous pouvons même apprécier personnellement les à-coups des grands vents par les brusques variations de pression ou de poussée que les vents nous font subir. Et cela n'est pas particulier aux couches d'air très voisines du sol, car les chutes de neige et de pluie, par l'agglomération très variable de leurs flocons ou de leurs gouttes dans l'espace, prouvent que les rafales de vent se font sentir beaucoup plus haut. Même à une grande hauteur, sur les montagnes, par exemple, où le vent souffle cependant avec une certaine régularité, on observe encore des variations de vitesse assez brusques.

En somme, dans le mouvement général de l'air, on distingue partout des mouvements partiels plus rapides. Houzeau, qui s'est préoccupé de cette question, a comparé les masses atmosphériques ainsi entraînées plus violemment que les autres à des projectiles d'air qui traverseraient la masse générale. Le frottement de l'air dans l'air est si peu considérable qu'il

pouvait trouver cette comparaison admissible ; mais, par contre, il ne s'expliquait pas la nature de la force qui imprimait ainsi à des tranches d'air nettement définies, les vitesses excessives qui les animent quelquefois. Cette force, c'est l'aspiration que toute masse d'air forcée de se déplacer exerce derrière elle, augmentée ensuite de la pression de l'atmosphère contre le vide relatif ainsi formé. C'est une force analogue à celle qui aspire les liquides dans les siphons, à celle qui fonctionne dans les tubes pneumatiques.

Considérons un vent quelconque. Le frottement des masses d'air les unes contre les autres ou contre les reliefs du sol, donne forcément naissance à des remous, c'est-à-dire à des déviations et à des affaiblissements du vent. Mais il arrive aussi qu'à côté d'un obstacle à la circulation de l'air, il se trouve une section libre suivant laquelle l'écoulement s'effectue par suite avec une vitesse beaucoup plus grande que si l'aspiration s'exerçait partout également. Voilà le projectile d'air de Houzeau ; seulement, il est aspiré vers une région où l'air fait plus ou moins défaut, au lieu d'être lancé dans un espace déjà occupé.

Ce qui se passe en grand dans l'ensemble de la vallée du Rhône, par exemple, se reproduit à l'infini, avec des proportions de plus en plus réduites, dans l'intérieur des masses d'air dont le mouvement général constitue le mistral. Le vent augmente tantôt ici, tantôt là, partout où l'aspiration devient plus forte, partout où la circulation de l'air devient plus commode, et ces endroits changent sans cesse, sous l'action variable des mouvements et des réactions dont ils sont d'abord la conséquence, pour devenir ensuite la cause de mouvements et de réactions analogues. Il en est de même, sous différents modes, pour tous les vents, et dans toutes les régions de l'atmosphère.

M. Gabriel GUILBERT
Météorologiste (Caen.)

LA DIMINUTION DES PLUIES

— 5 août —

I

Il est utile, croyons-nous, d'appeler l'attention des météorologistes sur un phénomène extrêmement bizarre et vraiment inattendu : la diminution progressive, probablement générale, en tous cas certainement locale, des précipitations atmosphériques sous toutes leurs formes dans nos régions.

C'est en devenant secrétaire de la Commission météorologique départe-

mentale, en 1893, que nous pûmes constater cette diminution des pluies dans le département du Calvados.

Dans le bulletin mensuel de décembre 1894, nous établissions qu'à l'Observatoire de Sainte-Honorine-du-Fay, il était tombé durant la période 1873-1881, soit huit années, une moyenne annuelle de $803^{m}/_{m},9$ d'eau et que pendant les quatre dernières années 1890 - 1893, cette moyenne s'abaissait à $621^{m}/_{m},6$. La diminution était voisine d'un quart.

Depuis lors, et malgré deux années très pluvieuses, 1894 avec 720 millimètres et 1903 avec $803^{m}/_{m},9$, la moyenne s'est maintenue pour cette longue période de quatorze ans à $655^{m}/_{m},7$. Mais l'année 1907 n'ayant versé que 584 millimètres et 1908 jusqu'ici étant fort peu humide, on peut présumer que la période quinquennale, qui va se terminer avec décembre 1908, révélera une nouvelle et sensible diminution de la pluie annuelle dans le département du Calvados (1).

Le phénomène, nous le reconnaissons volontiers, n'aurait qu'un intérêt fort limité, s'il était particulier à ce seul département, mais il est loin d'en être ainsi.

L'Observatoire le plus renommé de France, celui du Parc Saint-Maur, a fait la même constatation.

La première période trentenaire d'observations expirait à la fin de 1903. M. Moureaux a établi ainsi les moyennes décennales :

1re période :	1874-1883,	moyenne annuelle :	$597^{m}/_{m},7$.
2e —	1884-1893,	—	$549^{m}/_{m},7$.
3e —	1894-1903,	—	$522^{m}/_{m},8$.

La diminution progressive des pluies ressort de ce tableau avec évidence. Elle l'est bien davantage encore sur d'autres points de la France.

A Nancy, par exemple, les observations n'ont commencé qu'en 1878, au lieu de 1873 comme à Sainte-Honorine-du-Fay et au Parc Saint-Maur. La première période trentenaire ne fait donc que de se terminer avec 1907. Or, M. Millot, le savant sécrétaire de la Commission de Meurthe-et-Moselle, révèle une diminution vraiment considérable des moyennes annuelles.

En voici le tableau :

1re période quinquennale :	1878-1882,	moyenne annuelle :	$896^{m}/_{m},1$.
2e — —	1883-1887,	—	$794^{m}/_{m}$.
3e — —	1888-1892,	—	$760^{m}/_{m},4$.
4e — —	1893-1897,	—	$680^{m}/_{m},5$.
5e — —	1898-1902,	—	$688^{m}/_{m},9$.
6e — —	1903-1907,	—	$628^{m}/_{m},1$.

Il est impossible de ne pas être frappé par de semblables chiffres. La diminution des pluies, que nous constations dès 1894 dans le Calvados, ne peut plus être considérée comme un fait local. Elle peut même être envi-

(1) Il n'est en effet tombé en 1908, à l'Observatoire de Sainte-Honorine-du-Fay, que $554^{m}/_{m},1$ d'eau. La dernière période quinquennale donne une moyenne de $630^{m}/_{m},9$.

sagée comme un phénomène général, du moins en France, partout où l'on signale des phénomènes d'asséchement véritablement prodigieux depuis un siècle.

Il est telles et telles rivières, alors navigables, qui ne sont plus aujourd'hui que de maigres ruisseaux. Il est tel pays marécageux, comme les environs de Reims, qui ne conserve même plus de traces d'un régime complètement disparu. Il est des régions, aussi bien dans le Calvados que dans la Beauce, où tous les puits doivent être approfondis. Il en est d'autres, comme dans la Somme ou dans l'Allier, où le débit des rivières a diminué d'une façon considérable.

Tous ces faits réunis montrent bien qu'actuellement nous traversons une période d'asséchement général.

Cette hypothèse se trouve confirmée par l'observation des glaciers alpins ou pyrénéens. Partout où des mesures, encore récentes, ont pu être prises, le phénomène de régression des glaciers a été constaté. Si nous attribuons aux chutes de neige la formation et surtout l'entretien des glaciers, on peut en conclure que les chutes de neige ont partout diminué. Et rien n'est plus logique, puisque les mesures pluviométriques sont partout en diminution. La pluie n'étant autre chose que de la *neige fondue*, la diminution de l'une n'est à son tour que la conséquence de la diminution de l'autre. Moins de pluie, donc, moins de neige.

De ces faits d'asséchement, irrécusables au moins en France, plusieurs problèmes s'imposent à l'examen.

Tout d'abord, la diminution des pluies est-elle générale, au moins en France? C'est là, pensons-nous, une question fort simple à résoudre. Il est, en effet, un certain nombre de stations sérieuses qui, comme Saint-Maur, Sainte-Honorine et Nancy, comptent maintenant quelque trente années d'existence, rien ne serait plus facile que d'en compulser les archives et d'en établir les moyennes.

La seconde question est plus complexe : cette diminution des pluies, une fois reconnue, est-elle localisée à nos régions ou s'étend-t-elle à tout le globe? Problème des plus troublants, car, dans ce cas, il s'agirait d'un phénomène d'ordre physique, intéressant l'histoire de notre planète, et suffisant, à lui seul, pour caractériser une époque géologique.

Or, mille faits déjà signalés semblent prouver que la diminution des pluies, que nous avons tout d'abord établie pour le Calvados, a lieu aussi bien en Amérique qu'en Asie, dans l'Afrique comme dans l'Australie. Aucune des parties du monde n'échapperait à son atteinte. Le *Niger*, en Afrique, voit ses crues se réduire aussi bien que celles de la *Somme* en France. Les déserts de l'Asie s'étendent d'année en année aussi bien que les sables de l'Afrique qui envahissent le Tchad et menacent l'existence de cette mer intérieure. L'Australie, sans eau, pousse le même cri d'alarme

que certains États de l'Amérique du Nord, tels le Wisconsin, où malgré un sol imperméable constitué par des terrains primaires, la pluie a, depuis vingt-cinq ans, prodigieusement diminué, amenant une diminution correspondante des fleuves et même des sources.

Il y a là un ensemble de faits très suggestifs, qui devient encore plus probant si l'on considère les glaciers du monde entier. En général, ces glaciers sont partout en baisse et leur régression s'observe jusque dans les régions polaires. Et non pas seulement, — constatation décisive, — près du pôle arctique, mais aussi dans le voisinage du pôle opposé.

Les précipitations atmosphériques, en relations directes, de cause à effet, avec les glaciers, fleuves et sources, seraient donc en diminution générale, *universelle*.

II

Sans rechercher la cause de ce phénomène, qui nous paraît fort obscure, on est entraîné à se demander si cette période actuelle d'asséchement est toute momentanée ; si elle a été précédée, dans les temps anciens ou modernes, par des périodes semblables ; si elle fait partie d'oscillations d'une amplitude plus ou moins considérable, en un mot, s'il existe une succession de périodes plus ou moins longues, alternativement sèches ou humides ? Dans ce cas, devrions-nous pronostiquer la prochaine arrivée d'une ère pluvieuse, succédant à la période actuelle, incontestablement sèche ?

La réponse n'est pas douteuse, Il doit exister fatalement un ordre de succession dans les diverses périodes météorologiques. Sans cela, comme le dit M. Millot, « si la diminution des pluies continuait, progressive comme depuis quelque trente ans, avant un siècle, *la France serait devenue un autre Sahara* (1) ». Il ne peut certes en être ainsi et, par suite, on est amené à considérer comme certaine une oscillation périodique dans les quantités annuelles de pluie et, logiquement, l'approche d'une nouvelle période pluvieuse.

Mais cette conclusion, si vraisemblable qu'elle paraisse, est combattue, au moins partiellement, par l'étude des phénomènes d'asséchement antérieurement survenus.

S'il est incontestable que les glaciers, les fleuves, les sources diminuent de nos jours, il n'est pas moins certain que les uns et les autres ont diminué dans le passé.

Si même actuellement les cours d'eau s'abaissent, leur diminution présente n'est que peu de chose par rapport à leur diminution durant les périodes antérieures. Tous les témoignages, ou d'ordre physique ou d'ordre historique, s'accordent sur ce point capital. La géologie montre les rivières primitives et de beaucoup plus nombreuses et de beaucoup plus profondes

(1) *La pluie à Nancy*. 1908.

que celles de nos jours, tandis que les historiens font mention de marécages qui n'existent plus ou de fleuves disparus à peu près complètement en quelques dix ou vingt siècles. C'est ainsi que dans le Calvados, l'histoire raconte qu'avant de livrer la bataille du Val des Dunes, Guillaume le Conquérant cherchait pour son armée un gué pour traverser la rivière de la *Muance*. Or, de nos jours, à peine la Muance existe-t-elle? A peu près desséchée durant l'été, elle n'est plus en hiver qu'un mince ruisseau.

Mille faits de cette nature démontreraient aisément l'affaiblissement considérable du régime fluvial dans notre pays et, par suite, *la diminution progressive des pluies depuis les temps préhistoriques*. Si donc la pluie a diminué constamment, dans une proportion considérable, aux âges passés, il est, logique de conclure que le phénomène ne peut que se poursuivre et qu'en dépit d'une oscillation inévitable dans les périodes pluvieuses et sèches, l'asséchement de notre sol ne pourra qu'augmenter. Les futures périodes pluvieuses le seront moins que les périodes antérieures de même nature, tandis que les périodes sèches seront encore plus tranchées que dans le passé. En un mot, si l'expression bien connue : *le passé répond de l'avenir* est aussi vraie dans l'ordre physique que dans l'ordre moral, nous devons prévoir la continuité de ce phénomène plus qu'étrange : la diminution générale et progressive des pluies dans l'avenir, de même que dans les âges passés où le phénomène s'est poursuivi implacable et sans arrêt.

Les observations des glaciers dans les temps préhistoriques appuient cette thèse aussi bien que les mêmes observations dans les temps actuels.

Des études récentes, résumées notamment par M. Arctowski (1), montrent que la période glaciaire s'est étendue *universellement* par tout le globe, *même sous l'Équateur*. C'est un fait acquis. Or, c'est un fait également que tous ces glaciers ont régressé considérablement depuis lors. Ils sont *remontés* de plusieurs centaines de mètres, d'un millier même en général. Donc, la diminution des glaciers que nous constatons de nos yeux aujourd'hui, et que nous attribuons à la diminution correspondante des neiges, n'est que le prolongement d'un phénomène dont l'origine remonte à plusieurs milliers d'années et qui doit logiquement se continuer dans l'avenir.

L'asséchement continu du globe terrestre, par suite d'une diminution progressive des pluies, nous paraît donc inévitable.

Si ce phénomène ne s'observait que dans les pays civilisés, on pourrait incriminer la main de l'homme et surtout le déboisement qui est son œuvre. Le remède serait tout indiqué : puisque la destruction des forêts entraîne la diminution des pluies, il faut reboiser et la pluie reviendra. Mais si cet argument reste exact en théorie, comme en pratique, il n'en est

(1) *Ciel et Terre*, 16 mai 1908.

pas moins vrai que ce reboisement ne peut être qu'un palliatif et ne peut rien contre une cause supérieure, absolument inconnue, qui fait qu'en pleins déserts boisés, comme sur les rives du *Niger inférieur*, la pluie devient comme en Europe, de moins en moins abondante et les fleuves, par conséquent, de moins en moins navigables.

III

Il n'est guère possible d'envisager un fait si important que celui-là sans se demander quelle est sa cause et son origine. La cause, nous avouons sans peine qu'elle nous échappe. Nous dirons même que le fait de la diminution universelle et progressive de la pluie parait vraisemblable : nous ne pouvons exprimer davantage qu'il est pour nous inexplicable.

Quand à l'origine du phénomène, si elle est encore tout à fait obscure, elle permet cependant de hasarder quelques hypothèses vraisemblables.

Puisque le globe terrestre a eu, c'est de toute évidence, un commencement, la pluie, elle aussi, a eu un commencement. D'après nos études météorologiques, la pluie, n'étant que de la neige fondue, a été *impossible* tant que le froid des hautes régions aériennes n'était pas suffisant pour produire le *cirrus* ou nuage de glace, seul générateur de la neige et, par suite, des pluies par vraies gouttes d'eau.

Ce refroidissement des couches supérieures existait-il dès l'origine de la Terre? dès l'apparition des premières montagnes, dès l'époque houillère, par exemple? Nous en doutons fort. Tant que le climat fut uniforme sur tout le globe, les variations de température furent nulles dans l'immense atmosphère de cette époque et par conséquent la pluie, par fusion de la neige, absolument impossible. Le soleil d'ailleurs, ne semblait pas encore éclairer la terre; l'évaporation, les refroidissements nocturnes, toutes les conditions réputées nécessaires à la formation de la pluie paraissent alors inexistantes. Le vent même alors était-il possible?

Sans doute, durant les époques suivantes, la diversité des climats s'est accusée ; les rayons solaires atteignaient directement le sol ; les pôles se précisaient : Cependant aucune époque géologique ne présente universellement de traces sensibles d'une circulation intense des eaux pluviales *avant la fin de l'époque tertiaire*. La pluie, la vraie pluie, par fusion de la neige, existait-elle auparavant? Nous ne le pensons pas.

En effet, la pluie étant, par hypothèse et aussi d'après les faits reconnus en diminution progressive et constante, il est difficile d'admettre qu'elle ait tout d'abord débuté par de faibles chutes pour s'accroitre ensuite et diminuer progressivement depuis lors. Nous pensons, tout au contraire, que l'époque du maximum des précipitations aqueuses est précisément l'époque même de leur origine. Et nous faisons remonter l'origine de la neige, et par conséquent de la pluie par vraies gouttes d'eau (à l'exclusion

de la pluie fine possible, à toute époque) lors de l'époque pléistocène ou au début du quaternaire. Les glaciers alors se montrèrent sur toute la terre et les phénomènes d'érosion et de circulation des eaux devinrent, comme on le sait, vraiment prodigieux à la surface du globe.

IV

La conclusion de cette communication est qu'il faut établir, par des chiffres exacts et précis si, au moins en France, la diminution des pluies est générale, quelle que soit la topographie et l'importance du régime forestier de la région considérée.

En second lieu, si, comme nous le croyons, les régions boisées subissent moins que toutes les autres l'assèchement dont se plaignent les pays dénudés, il serait à souhaiter que l'Association émette le vœu qu'une loi protège l'existence des forêts encore existantes et qu'une autre loi active le reboisement, principalement sur les hauteurs incultes ou en friche. Car il n'est guère de fléau plus grave, pour l'humanité entière, que celui d'un assèchement universel et il n'est pas trop des efforts de tout le genre humain pour se préserver d'une éventualité aussi redoutable.

M. le Chanoine V. RACLOT

Directeur de l'Observatoire météorologique (Langres).

1° RÉSUMÉ DE L'ESSAI DE PRÉVISION DU TEMPS A LONGUE ÉCHÉANCE (1907-1908) (1)

Résultats des deux méthodes.

— 4 août —

Comme je l'ai dit antérieurement, la première méthode consiste à comparer les moyennes de chaque mois avec leurs moyennes normales, et, si l'écart atteint l'unité (1 millimètre pour le baromètre et 1 degré pour le thermomètre), à inscrire, dans la colonne de prévision, le chiffre contraire à celui de la constatation, positif (+) si celle-ci est négative, négatif (—) si elle est positive.

La deuxième méthode consiste à comparer la moyenne des trois derniers mois avec sa normale, et, si l'écart atteint l'unité, inscrire dans la colonne de prévision du mois suivant le signe contraire à celui de la constatation de cet écart, comme dans la première méthode.

Les deux méthodes s'appliquent aussi à la prévision des trimestres, avec cette seule différence que la prévision peut alors être autorisée par un écart même inférieur à l'unité, de 0,6 à 0,9.

(1) Suite de la Communication faite au Congrès de Reims, le 5 août, p. 264 du t. II, des *Comptes-Rendus*

DATES	BAROMÈTRE 1re MÉTHODE	BAROMÈTRE 2e MÉTHODE	BAROMÈTRE RÉSULTAT	THERMOMÈTRE 1re MÉTHODE	THERMOMÈTRE 2e MÉTHODE	THERMOMÈTRE RÉSULTAT
I. — MOIS						
1907 Juin	i	s	s	i	i	i_2
— Juillet	i	s	s	s	i	s
— Août	i	i	i_2	c	i	c
— Septembre	i	i	i_2	i	i	i_2
— Octobre	s	s	s_2	i	i	i_2
— Novembre	s	i	s	i	i	i_2
— Décembre	s	i	s	i	i	i_2
1908 Janvier	c	s	o	i	i	i_2
— Février	i	i	i_2	s	s	s_2
— Mars	s	s	s_2	i	i	i_2
— Avril	i	s	s	i	i	i_2
— Mai	i	i	i^2	i	i	i_2
Totaux	7 i	6 i	4 i	9 i	11 i	9 i
	4 s	6 s	7 s	2 s	1 s	2 s
	1 c	0 c	1 var.	2 c	0 c	1 e

Résumé	BAROMÈTRE		THERMOMÈTRE	
	Succès	7	Succès	2
	Échec	0	Échec	1
	Imprévus	4	Imprévus	9
	Variable	1		

DATES	BAROMÈTRE 1re MÉTHODE	BAROMÈTRE 2e MÉTHODE	BAROMÈTRE RÉSULTAT	THERMOMÈTRE 1re MÉTHODE	THERMOMÈTRE 2e MÉTHODE	THERMOMÈTRE RÉSULTAT
II. — TRIMESTRES						
Été 1907	i	e	e	s	i	s
Automne 1907	i	s	s	i	i	i_2
Hiver 1908	e	s	o	i	e	e
Printemps 1908	s	s	s_2	i	s	s
Totaux	2 i	»	1 var.	3 i	2 i	2 s
	1 s	3 s	2 s	1 s	1 s	1 i
	1 e	1 e	1 e	»	1 e	1 e

Résumé	BAROMÈTRE		THERMOMÈTRE	
	Succès	2	Succès	2
	Échec	1	Échec	1
	Imprévu	0	Imprévu	1
	Variable	1		

2° INVERSIONS DE TEMPÉRATURE

entre Langres-Ville (468 mètres) et Langres-Vallée (344 mètr es).

Les tableaux suivants résument les observations faites à Langres-Ville et à Langres-Vallée (différence d'altitude 124 mètres), du 13 au 20 janvier 1908. Ces observations montrent que les inversions de température constatées ici sont bien dues aux trois causes que nous avons signalées déjà : régime de surpression, calme et sérénité de l'atmosphère.

DATES	TEMPÉRATURES					
	MINIMA			MAXIMA		
	Ville	Vallée	Différence	Ville	Vallée	Différence
	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés
13 Janvier 1908. . .	—11,0	—11,6	+0,6	—2,2	—1,6	—0,6
14 — . . .	—5,6	—12,2	+6,6	+1,6	+2,2	—0,6
15 — . . .	—3,6	—10,0	+6,4	+3,4	+3,6	—0,2
16 — . . .	—1,4	—5,2	—3,8	+5,4	+4,4	+1,0
17 — . . .	+2,2	—0,6	+2,8	+9,2	+7,6	+1,6
18 — . . .	+0,8	—3,0	+3,8	+7,4	+7,4	0,0
19 — . . .	—0,8	—4,4	+3,6	+4,6	+6,4	—1,8
20 — . . .	—0,2	—3,2	+3,0	+1,6	+2,6	—1,0
MOYENNES	—2,45	—6,27	+3,82	+3,87	+4,07	—0,2

DATES	BAROMÈTRE	NÉBULOSITÉ	VENT	
			DIRECTION	FORCE
	millimètres			
13 Janvier 1908. . .	772,8	0,0	S.S.E.	2,5
14 — . . .	73,1	0,0	S.	2,4
15 — . . .	73,0	0,0	S.	2,3
16 — . . .	71,9	0,3	S.S.W.	2,5
17 — . . .	71,6	1,2	S.S.W.	2,0
18 — . . .	72,2	0,0	S.	2,0
19 — . . .	70,4	0,0	S.	2,0
20 — . . .	73,2	10,0	N.N.W.	2,6
MOYENNES	772,27	1,43		2,3

3° MOYENNES JOURNALIÈRES DES TEMPÉRATURES EXTRÊMES A LANGRES

d'après trente années d'observations, de 1877 à 1907.

Le tableau ci-après et les deux diagrammes qui l'accompagnent résument, pour chaque jour de l'année, la température moyenne des maxima

et minima, déduite de trente années d'observations faites à Langres, de 1877 à 1907.

TEMPÉRATURES JOURNALIÈRES A LANGRES.

Moyennes de trente années, de 1877 à 1907.

DATES	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés	degrés
1	0,4	−0,3	2,5	1,7	7,4	9,4	14,9	17,3	16,2	16,8	11,9	5,9
2	0,2	−0,2	1,9	2,3	8,2	10,3	15,6	17,9	17,1	17,0	10,7	6,6
3	0,3	−0,4	1,1	1,4	8,7	10,6	16,3	18,2	16,2	16,2	9,4	6,1
4	0,9	−1,0	0,9	1,8	9,3	11,0	16,5	18,0	16,6	14,7	10,0	6,9
5	0,8	−1,1	−0,9	1,9	10,1	11,0	16,0	17,7	16,9	14,7	11,1	6,6
6	1,2	−0,8	−0,4	3,0	10,3	10,8	15,9	17,4	17,2	14,4	11,6	6,2
7	0,4	−0,5	0,4	3,8	9,0	9,6	15,0	17,7	17,0	14,7	11,0	4,6
8	−0,4	−0,6	1,2	4,9	9,3	10,3	14,8	17,4	17,5	14,4	10,0	4,4
9	−0,7	−0,6	0,7	5,1	8,4	11,4	15,3	17,5	18,0	13,9	10,3	4,7
10	−1,0	−0,6	0,6	4,4	7,6	10,6	15,2	17,8	18,4	14,3	10,3	5,3
11	-0,6	−1,1	1,6	4,1	8,1	11,2	14,3	16,7	16,8	14,8	10,3	5,3
12	−0,2	−1,8	0,7	3,1	7,4	13,0	13,5	17,2	17,2	15,4	10,1	4,7
13	0,1	−2,0	0,1	4,1	6,6	13,0	14,1	16,4	17,4	13,2	9,0	4,6
14	0,7	−0,9	0,7	4,5	7,6	13,4	13,3	15,9	17,5	15,5	9,2	5,8
15	0,8	−0,9	1,9	4,0	8,4	13,4	13,9	15,8	18,3	14,7	8,6	6,4
16	0,3	−0,2	2,6	3,6	8,4	13,4	14,6	17,1	17,9	14,6	8,2	5,5
17	0,2	−1,8	3,0	3,6	8,1	13,0	14,9	17,5	18,5	14,0	8,4	5,8
18	0,1	−2,0	1,3	3,5	7,5	13,4	14,6	16,5	18,8	14,3	7,7	5,3
19	−0,3	−2,5	1,2	4,2	8,5	13,3	15,8	16,5	18,2	14,9	7,2	4,6
20	−0,2	−2,8	2,2	4,1	9,1	12,0	16,2	17,1	16,2	14,5	8,5	3,3
21	−0,1	−2,7	2,6	5,3	9,1	12,1	16,0	16,9	16,7	14,3	7,5	3,2
22	−0,7	−1,6	2,8	4,4	9,8	12,8	16,4	17,8	16,5	12,8	7,2	2,3
23	−0,3	−0,8	2,1	4,3	10,6	14,3	15,3	17,0	17,7	12,9	8,1	2,3
24	−0,6	−0,9	2,2	5,3	10,0	14,3	16,8	17,2	17,2	12,8	7,9	3,0
25	−1,3	−0,4	2,3	5,8	9,9	15,2	17,6	17,4	16,3	12,5	7,9	2,8
26	−0,8	+0,1	3,3	5,8	9,6	14,8	17,9	16,5	16,5	12,0	7,8	2,2
27	−0,9	+0,2	2,3	6,8	10,0	13,6	18,3	16,2	16,6	12,9	7,9	2,7
28	−1,0	1,1	2,5	7,5	10,0	12,9	19,0	17,4	16,5	12,6	7,5	0,4
29	−0,4	1,0	2,0	6,6	9,7	13,4	18,2	17,7	16,8	11,4	7,2	0,6
30	−0,2	1,1	»	7,1	9,6	14,6	16,9	16,8	16,7	12,2	7,0	0,8
31	0,0	1,0	»	7,3	»	14,8	»	17,3	16,9	»	6,2	»
MOYENNES.	−0,1	−0,8	1,6	4,4	8,9	12,5	15,8	17,2	17,2	14,1	8,9	4,3

Température moyenne annuelle : 8°,67.

L'hiver débute par une température sensiblement stationnaire, entre 0° et 1° jusqu'au 7 décembre; elle s'abaisse ensuite entre 0° et —1° du 8 au 12, pour redevenir positive du 13 au 18, retombe ensuite au-dessous de 0° et s'y tient jusqu'au 25 janvier, puis remonte au-dessus à partir du 26 jusqu'au 4 février. Les moyennes du 5 et du 6 sont encore négatives : ce sont les dernières de la saison froide.

Le printemps est signalé, en mars, par le refroidissement des cinq premiers jours, et le réchauffement des huit derniers, lequel se prolonge en avril jusqu'au 8; la période du 9 au 19 est relativement froide. Enfin, en

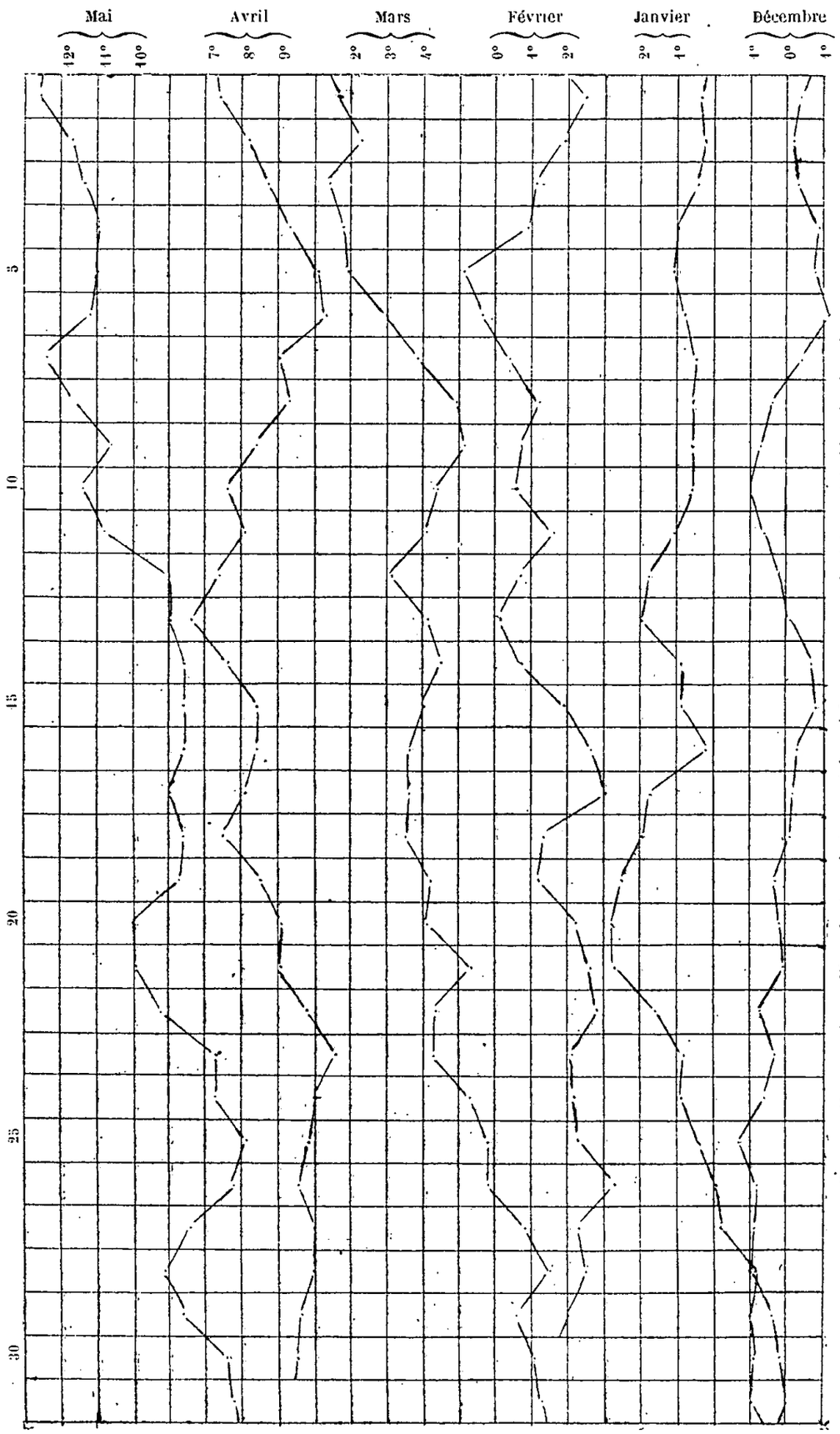


Fig. 1. — Moyennes journalières des températures extrêmes à Langres : 30 années (1877-1907), décembre à mai.

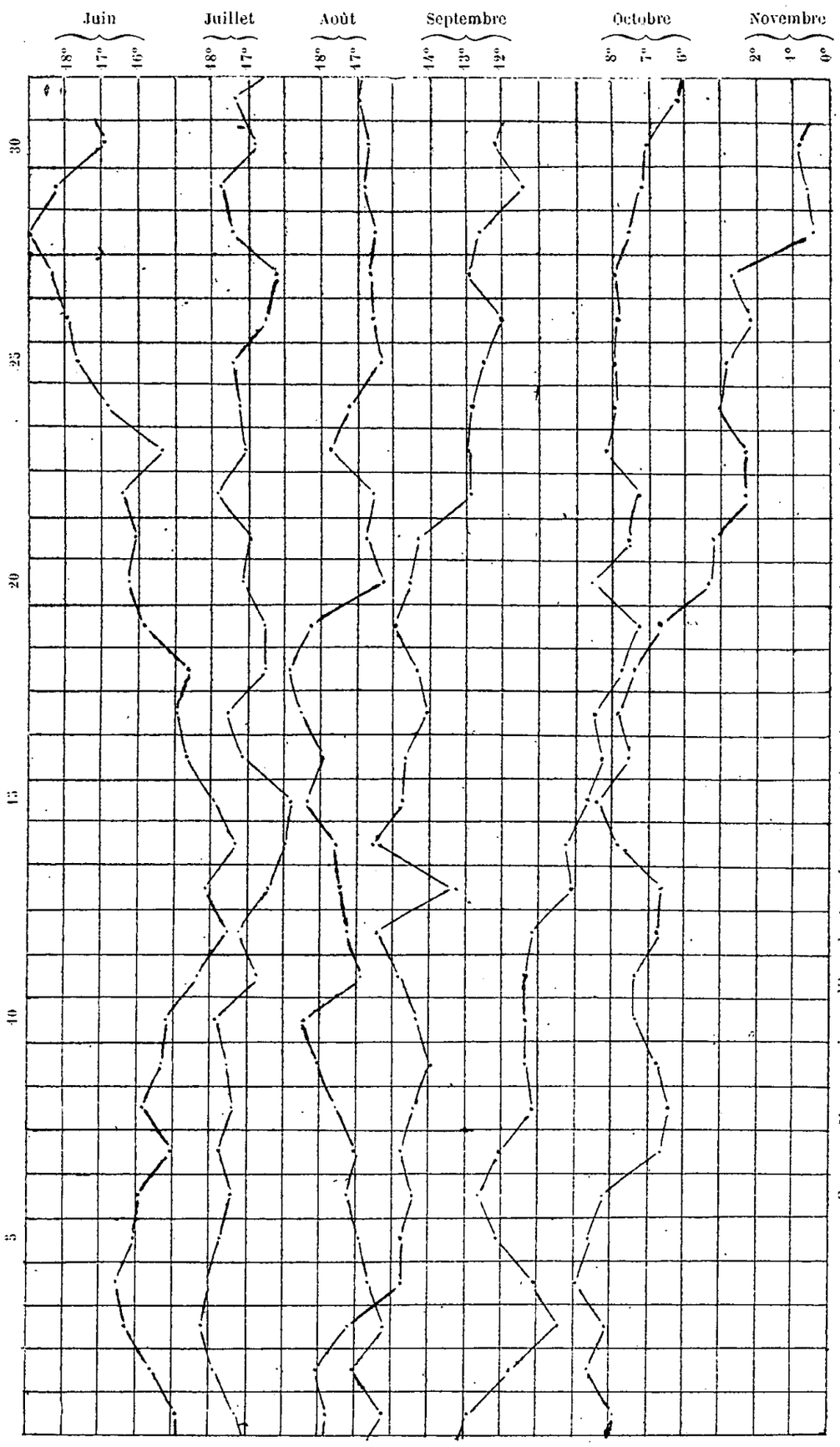


FIG. 2. — Moyennes journalières des températures extrêmes à Langres : 30 années (1877-1907), juin à novembre.

mai, la température après être restée sensiblement stationnaire du 1er au 11, dépasse définitivement la normale, sauf les 20 et 21.

L'été s'annonce par quelques jours de chaleurs au commencement de juin; après un refroidissement jusqu'au 18, un nouvel excès de chaleur se produit et dure jusqu'au 10 juillet: faibles oscillations ensuite, avec relèvements de la température du 8 au 10 et du 15 au 19 août.

En automne, la température, assez élevée jusqu'au 21 septembre, se refroidit brusquement le 22, et ce refroidissement continue en octobre, avec arrêt du 4 au 12. Il est, en novembre, suivi de réchauffements du 2 au 6, du 10 au 11 et du 14 au 18, et redevient dès lors définitif.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

M. Paul JODOT
(Paris).

NOTE SUR LA FAUNE CONCHYLIOLOGIQUE DES TUFS QUATERNAIRES DE LA CELLE-SOUS-MORET (1) (SEINE-ET-MARNE)

— 3 Août —

Tournouër et de Saporta consacrèrent plusieurs notes à la description des fossiles extraits des carrières du tuf quaternaire de La Celle-sous-Moret ; plus tard, Munier-Chalmas reprit l'étude stratigraphique du gisement au moment de la construction du chemin de fer de Corbeil à Montereau. Malheureusement absorbé par d'autres travaux, le regretté professeur de la Sorbonne a seulement laissé une courte note dans l'exposé de ses titres et travaux scientifiques, et les collections réunies par lui à la Sorbonne n'ont pas encore été l'objet d'un travail spécial.

J'ai eu l'occasion, dernièrement, d'aller visiter ce gisement et d'y faire quelques récoltes. J'ai aussi examiné les matériaux déposés dans le service de Géologie du Muséum ; d'autre part, Mlle Bourg, MM. Braun et Poisot m'ont obligeamment communiqué les spécimens de leurs collections ; je leur adresse mes bien sincères remerciements.

Réservant pour une note ultérieure ce qui a trait à la paléobotanique, je m'occuperai seulement ici de la conchyliologie actuellement étudiée, et j'indiquerai quelques espèces nouvelles pour le gisement : *Succinea Fagoti. Helix cinctella, H. fœni, Cœcilianella acicula.*

Mes déterminations ont été revues par M. Germain, le très aimable attaché du Muséum, je lui en exprime ma reconnaissance.

* * *

La faune de mollusques que j'ai étudiée comprend les espèces suivantes :

SUCCINEA (TAPADA) PUTRIS Lin.

(1) Pour l'étude stratigraphique du gisement, consulter :
B. TOURNOUER : *Note sur les Coquilles des tufs quaternaires de La Celle, près Moret (Seine-et-Marne) : B. S. G. F.*, 3e série, t. II, 1874, p. 443. — Observations : De Mortillet, abbé Bourgeois, Gaudry.
PAUL JODOT : *Excursion aux carrières de tufs quaternaires de La Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne) : Bull. de la Soc. des Naturalistes Parisiens*, n° 4, 1907.

Succinea (Tapada) Pfeifferi Rossm. — Dans les espèces actuelles, ces deux variétés, celle-ci et la précédente, offrent pourtant assez de caractères morphologiques pour constituer deux espèces distinctes ; au contraire, nos coquilles nous ont montré qu'à côté de *S. putris* typique et de *S. Pfeifferi* typique, on rencontrait la série complète de leurs intermédiaires, passant de l'une à l'autre de ces succinées sans transition aucune, au point qu'il est impossible de marquer une séparation entre les deux.

Succinea (Tapada) limnoidea Picard. — Variété de *S. putris* assez caractérisée pour être placée au rang d'espèce.

Succinea (Tapada) Joinvillensis Bourg. — (Coll. Poisot.) Du groupe de *S. oblonga*, cette succinée doit être maintenue comme espèce. Cette coquille « caractéristique de la partie inférieure des Diluviums de la Seine » (1) mesure, suivant Bourguignet : alt., 9 millimètres; diam., 3 millimètres et demi. Les exemplaires de La Celle atteignent : alt., 7 millimètres et demi, et diam., 4 millimètres; d'autre part, les spécimens des tufs ont les tours plus tordus et l'ouverture sub-arrondie, tandis que les échantillons types de Bourguignat offrent une ouverture plus étroitement ovalaire.

Succinea (Tapada) Fagoti Bourg. — Un seul échantillon présentant des caractères très nets avec une spire plus élevée et plus tordue que *S. oblonga*, des tours bien convexes et des sutures profondes, une ouverture un peu oblique et une grande taille : hauteur, 9 millimètres, et diamètre 4 millimètres.

Cette élégante coquille, d'une conservation parfaite, rencontrée pour la première fois à La Celle, a été récemment retrouvée à l'état fossile par M. Germain, dans le quaternaire de Saint-Pierre-lès-Elbeuf (2).

Zonites. — L'unique spécimen de ce genre que j'ai étudié appartient à un individu jeune ; aussi est-il difficile de préciser si l'on est en présence du *Z. acieformis* Klein, dont Tournouër nous a laissé une bonne étude (3), ou bien s'il faut le rapporter à la variété de Munier-Chalmas (4). De Lapparent (5), dans son traité, dit en effet que « l'assise du *Zonites acieformis* est surmontée par une autre, où l'espèce est remplacée par une variété sans stries, *Z. Sequanicus* M.-Ch. » D'autre part, Munier-Chalmas nous apprend que cette espèce appartient au groupe éteint des Archæozonites. Malgré mes recherches, il m'a été impossible de retrouver la diagnose de cette variété.

Hyalinia (Polita) *cf.* glabra Studer. — Un exemplaire dont le mauvais état ne permet pas d'être très affirmatif sur la détermination.

Tournouër l'avait déjà indiqué comme douteux.

Hyalinia (Polita) nitens Gmelin. — Très répandues dans le gisement, ces hyalines se rapportent bien à *H. nitens*, mais quelques échantillons seraient peut-être à rapprocher de *H. Dutaillyana* Mab.

Hyalinia (Vitrea) crystallina Müll. — N'offre aucune particularité digne d'être notée.

(1) J.-R. Bourguignat : *Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles des environs de Paris à l'époque quaternaire*, p. 4 ; — Annexe de la Seine, I : *Le Bassin parisien aux âges antéhistoriques*, par E. Belgrand, 1869.

(2) Louis Germain : *Sur quelques Mollusques quaternaires de Saint-Pierre-lès-Elbeuf ; Bulletin Soc. Sc. nat.* Elbœuf, 1907, t. XXVI, p. 2.

(3) R. Tournouer : *Note complémentaire sur les Tufs quaternaires de la Celle-près-Moret (Seine-et-Marne) : Bull. S. G. F.*, 3e série, t. V, p. 667, séance du 18 juin 1877.

(4) *Notice sur les travaux scientifiques de* Munier-Chalmas. — Le Bigot, Lille, 1903, p. 67.

(5) Observation inédite *in* De Lapparent : *Traité de Géologie*, 4e édition, *Sur les zones fossilifères des Tufs calcaires pleistocènes de la Celle*, p. 1616.

HELIX (TACHEA) HORTENSIS Müller. — On la trouve communément, mais avec des modifications dans la forme générale de la coquille qui engageraient à rapprocher de *H. nemoralis* certains spécimens s'ils avaient été trouvés isolément ; mais grâce au grand nombre d'échantillons qui me sont passés entre les mains, je suis arrivé à la certitude qu'il s'agissait bien de *H. hortensis*. J'ajouterai, pour montrer l'élasticité de cette variété dans le quaternaire de La Celle, que certains individus offrent le caractère d'*H. arbustorum*.

HELIX (ARIONTA) ARBUSTORUM Lin. — Tournouër (1) distingua plusieurs variétés d'*H. arbustorum* :

var. major, forme élevée, conoïde, alt. 20 mm ; lat. 25 mm,
minor — — — — 13 mm ; — 17 mm.
discoïde — 16 mm ; — 23 mm.

Les mensurations des coquilles atteignent : alt,, 17 mm,5 et 15 millimètres ; lat., 23 et 21 millimètres, avec une forme discoïde peu élevée.

HELIX (EULOTA) CHOUQUETI Tourn. — Cette espèce caractéristique du gisement, appartenant au groupe de *H. fruticum*, a été bien étudiée par Tournouër.

HELIX (MONACHA) LIMBATA Drap. — Un échantillon répondant entièrement à la diagnose.

HELIX (HYGROMIA) CINCTELLA Drap. — Je rapporte à *H. cinctella* une coquille qui en offre les caractères. La taille atteint 12 millimètres de diamètre et 7 millimètres et demi de hauteur. Un deuxième échantillon plus jeune mesure : diamètre, 9 millimètres ; hauteur, 4 millimètres, et tout en ayant de grandes analogies avec l'espèce précédente, montre également des affinités pour *H. limbata*.

C'est la deuxième fois qu'on signale cette intéressante coquille à l'état fossile. Trouvée d'abord dans le quaternaire de Saint-Pierre-lès-Elbeuf (2), M. Germain ne fut pas très affirmatif pour le seul échantillon en mauvaise conservation qu'il étudia, mais il semble maintenant qu'on ne peut pas mettre en doute l'existence de cette espèce pendant le quaternaire.

HELIX (TRICHIA) HISPIDA Lin. — Très répandu dans le gisement.

HELIX (TRICHIA) FOENI Locard. — Cette espèce, variété déprimée de la précédente, mais nettement reconnaissable, n'avait pas été encore signalée dans les tufs de La Celle.

HELIX (GONIODISCUS) ROTUNDATA Müll. — De petites tailles, les échantillons montrent encore, mais très atténuées, les flammules fauves de l'ornementation.

HELIX (THEBA) PULCHELLA Müll. — Deux petits exemplaires bien typiques.

PUPA (ORCULA) DOLIOLIFORMIS Bruguière.

CLAUSILIA (MARPESSA) LAMINATA Montaigu.

CLAUSILIA SP. — Coquille en mauvais état dont les tours de spires sont différents de la précédente.

ZUA SUBCYLINDRICAL in.

CÆCILIANELLA ACICULA Müller. — Nouvelles pour la faune de La Celle, ces coquilles offrent sur quelques exemplaires un test encore nacré ; ce qui serait peut-être une raison de ne pas les considérer tous comme contemporains de la formation des tufs.

(1) TOURNOUER : *Loc. supra cit.* (1877), p. 658.

(2) L. GERMAIN : *Loc. supra cit.*, p. 11.

Pomatias sp. — Trois exemplaires incomplets ne permettant pas de préciser s'il faut les identifier avec *P. septemspiralis*, signalé par Tournouër.

Cyclostoma elegans Müller. — Tournouër nomma ses échantillons « C. elegans var. Lutetiana Bourg ». C'est à cette détermination que je m'arrêtai d'abord, mais en examinant de plus près ces coquilles, je m'aperçus qu'il n'était pas possible de leur laisser ce nom, et qu'il était préférable de supprimer : variété *Lutetiana*.

En effet, lorsqu'on étudie les spécimens adultes de très grande taille (hauteur 16 millimètres, diam. 12 millimètres), l'on y remarque les caractères du *C. lutetianum* Bourg. (1), avec la spire allongée un peu pointue, le dernier tour plus grand et détaché, la fente ombilicale plus large ; mais, en cherchant les mêmes caractères sur les individus adultes et de moyenne grandeur (haut. 14 millimètres ; diam. 11 millimètres), qui ont par conséquent la taille ordinaire des *C. elegans* actuels, on n'observe plus aucune des particularités qui distinguent le *C. Lutetianum*. L'ornementation des stries est la même sur toutes les coquilles fossiles, un peu moins accusée que chez les *C. elegans* vivants ; ce caractère est certainement dû à la fossilisation. Du reste toutes les particularités que je viens de signaler se reproduisent encore chez les *C. elegans* actuels chez lesquels il n'est pas rare de rencontrer, dans les colonies, des individus répondant à la diagnose du *C. Lutetianum*. En conséquence, les caractères sur lesquels Bourguignat s'était appuyé pour créer sa variété ne sont pas, à mon avis, assez nets pour justifier un nom spécial. Ce qui tendrait à le prouver, c'est l'ouverture des coquilles de La Celle qui, même chez les plus grands exemplaires, ne change ni de forme, ni de grandeur, et l'ornementation des stries qui reste la même aussi bien chez les jeunes que chez les adultes ; du moment qu'on ne retrouve chez les individus aux différents âges de leur vie aucun des caractères qui distinguent cette variété, on est en droit de la ranger dans la synonymie du *C. elegans*.

Tournouër a dû avoir l'intuition de cette synonymie puisqu'il nomma ses échantillons « *C. elegans var. Lutetiana ?* » Or, Bourguignat rapprochait le *Cyclostoma Lutetianum* du *C. sulcatum* Drap. et non pas du *C. elegans*. Il dit, en effet, en parlant du *C. Lutetianum* : « Cette espèce doit être une des formes ataviques du *Cyclostoma sulcatum* (2). »

***

Cette faune, comme on le voit, a de grandes affinités avec la conchyliologie actuelle.

La répartition géographique montre que la plus grande partie de ces coquilles vit encore dans le bassin de la Seine, tandis qu'un petit nombre de types seulement offre les caractères d'une faune un peu plus méridionale.

Par exemple (3), on rencontre *Helix limbata* et *H. cinctella* dans les régions centrales et méridionales de la France, le premier pourtant est acclimaté dans le Nord ; c'est dans les départements de l'Ain et des Côtes-du-Nord qu'il faut se rendre pour recueillir le *Succinea Fagoti*, mais il est signalé également aux environs de Paris.

(1) A. Locard : *Les Coquilles terrestres de France*, 1894, p. 342.

(2) Bourguignat : *Loc. supra cit.*, ; 1869, p. 11.

(3) La répartition géographique est donnée d'après A. Locard : *Les Coquilles terrestres de France*, 1894.

D'après Tournouër (1) le *Zonites cf. acieformis*, trouvé fossile aussi en Allemagne, serait voisin du *Z. verticillus* des Alpes autrichiennes et du *Z. croaticus* de Croatie.

On ne peut rien dire de *Hyalinia glabra* (?), signalé dans les Alpes et dans la région des Causses avoisinant les Cévennes, avant d'être certain que cette espèce douteuse jusqu'à présent, ne soit trouvée dans le gisement d'une manière irrécusable ; il en est de même de *Hyalinia Dutaillyana* qui vit actuellement dans les départements suivants : Haute-Garonne, Jura, Rhône, Ain, Savoie et Meurthe-et-Moselle ; et aussi du *Pomatias septemspiratis* qui prolifère dans l'Est et dans le Centre.

Les espèces éteintes se réduisent à *Helix Chouqueti* et *Succinea Joinvillensis* auxquels il faut joindre, d'après Tournouër (2), le *Zonites acieformis*. Ce qui fait la particularité de cette faune. c'est l'élasticité de quelques formes, comme *Succinea putris* et *S. Pfeifferi*, et surtout l'affinité d'*Helix hortensis* pour *H. nemoralis* et *H. arbustorum*.

Nous trouvons les signes indéniables d'une température plus hygrométrique et d'une moyenne un peu plus chaude (3) que celle de notre époque dans la conformation très élevée du *Succinea Fagoti* et la forme d'*Helix Chouqueti*, plus grande et plus déprimée qu'*Helix fruticum*, enfin dans les *Helix hortensis* qui offrent une forme légèrement discoïde peu élevée, non conoïde.

*
* *

Il ressort donc de l'étude des mollusques que la faune rencontrée est bien la faune actuelle, mais quelques types spéciaux ou éteints lui donnent un caractère ancien. La présence de coquilles un peu méridionales et la forme déprimée de quelques espèces nous conduisent à admettre un climat plus humide et, en même temps, plus doux, et pour ces raisons, une diffusion de la faune d'Europe à ce moment du quaternaire.

(1) TOURNOUER : *Loc. supra cit.*, 1877, p. 667 et suivantes.

(2) TOURNOUER : *Loc. supra cit.* ; 1877, p. 668 et suivantes.

(3) Il serait préférable de dire : une température plus douce que celle de notre époque. Je crois utile d'insister sur ce point. A la suite surtout des travaux de De Saporta, on a été un peu trop porté à dire, selon mon opinion, que le climat de la région parisienne, à ce moment du quaternaire, était sensiblement plus chaud que le nôtre actuellement.

Ne pourrait-on pas chercher dans l'exposition même du gisement une raison de cette faune plus méridionale ? Les carrières de tufs de La Celle sont situées exposition plein midi, et toutes les personnes qui s'y sont rendues par un temps de soleil ont été frappées par le rayonnement et la chaleur qui se dégagent du calcaire. Dans ces conditions, il pourrait très bien se faire que des colonies d'espèces plus méridionales aient trouvé en ce point des conditions de vie spéciale et qu'elles aient très bien pu y vivre et y prospérer.

Je me hâte d'ajouter que cette hypothèse serait à vérifier pour savoir si la faune actuelle offre encore ces particularités. En tout cas, pour la flore, on peut récolter dans la carrière ou le long de la Seine à proximité du gisement, toutes les espèces et même un figuier cultivé, qui sont retrouvées à l'état d'empreintes fossiles dans les tufs. Du reste, j'insisterai sur ce point quand je traiterai la paléobotanique.

Il faudrait également se rendre compte si cette hypothèse se trouve réalisée dans les autres stations du même âge ?

* * *

La question de l'âge des tufs de La Celle a été résolue par mes prédécesseurs. Ils ont bien vu qu'il fallait rapporter la formation du gisement au Pleistocène inférieur, entre la deuxième et la troisième grande période interglaciaire, ou plutôt suivant la classification des préhistoriens, durant la deuxième partie de l'époque du Chelléen et tout à fait le commencement du Moustérien.

Toutefois, la présence de *Succinea Joinvillensis*, « espèce caractéristique de la partie inférieure des Diluviums de la Seine » suivant Bourguignat, et trouvée un peu modifiée dans la partie inférieure du gisement, prouverait que le tuf a commencé à se déposer dès la fin de la deuxième période interglaciaire.

* * *

Nous pouvons nous faire une idée de l'extension de cette faune interglaciaire dans le nord de la France, bien qu'il soit très hasardeux de paralléliser à distance des dépôts de cette nature.

Vers l'ouest, à Saint-Pierre-lès-Elbeuf dont M. Germain vient de nous donner une étude très intéressante des mollusques, on retrouve les mêmes coquilles, notamment *Succinea Fagoti* et le curieux *Helix cinctella*.

M. G. Dollfus (1) nous a fait connaitre, dans les tufs de Montigny près Vernon, une faune identique à celle de Moret. Ce gisement sert de trait d'union entre les deux précédents, comme l'auteur l'a très justement fait remarquer.

A l'Est, dans le département de l'Aube, M. Fliche, dans une étude sur les tufs de Resson (2), arrondissement de Nogent-sur-Seine, émet l'avis du synchronisme de ce gisement avec celui de La Celle, mais avec cette différence que la température a dû être un peu plus basse à Resson qu'à La Celle. Enfin, MM. Bleicher et Fliche (3) sont d'avis de placer durant la même période les formations des tufs de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle), de La Sauvage (Grand-Duché du Luxembourg), et de La Perle ou Presle (Aisne).

(1) G. Dollfus : *Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny près Vernon* : *C. R. A. S.*, 1898, I, p. 1369.

(2) Fliche : *Étude paléontologique sur les Tufs quaternaires de Resson (Aube)* : *B. S. G. F.*, 3e série, t. XII, p. 6.

(3) Bleicher et Fliche : *Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du Nord-Est de la France* : *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVII, p. 566.

M. A. VIGIER

(Issoire) (Puy-de-Dôme).

CURIEUSE ASSOCIATION DE MINÉRAUX OBSERVÉE A GEVILLAT, PRÈS ISSOIRE

— 3 août —

La petite montagne de Gevillat se dresse sur la rive droite de l'Allier, à trois kilomètres à l'est d'Issoire. Cette montagne très intéressante pour le minéralogiste, est essentiellement formée d'un filon de basalte qui traverse les arkoses et le calcaire oligocènes.

C'est aux actions hydro-thermales qui ont accompagné la sortie du basalte que la montagne doit sa richesse minéralogique : aragonite, calcite, analcime et mésotype ; minéraux dont la connaissance remonte à près d'un siècle.

De nombreuses visites à cette colline, nous ont permis, à mon ami J. Pagenel et à moi, de découvrir des géodes fort intéressantes par l'association de *cinq minéraux* : l'aragonite, la calcite, un spath brunissant, la barytine et le quartz, ces *trois derniers nouveaux pour le gisement*.

Ces géodes tapissaient, primitivement, la surface des bulles de la masse basaltique ; mais elles sont devenues libres, par suite de la décomposition du basalte dont est formé le petit mamelon situé à quelques mètres et au Nord de la Tour de la Boulade qui couronne la montagne.

Ces géodes varient de la grosseur d'un petit pois (et alors la matière cristallisée ne laisse presque jamais de vide), à celle d'un gros œuf de poule (et elles offrent alors une enveloppe cristalline de 5 à 8 millimètres, avec l'intérieur complètement vide).

Le premier minéral déposé a été l'aragonite qui forme une couche externe toujours très mince, fibreuse, et d'un blanc jaunâtre corné, avec les fibres perpendiculaires aux parois des vacuoles primitives.

Les eaux qui filtraient à travers le basalte en déposant les minéraux que l'on observe aujourd'hui, devaient avoir lors du dépôt de l'aragonite, une température assez élevée, car nous savons depuis les expériences de G. Rose, que ce minéral ne se forme guère au-dessous de 90 degrés.

Mais la température ayant baissé peu à peu, il ne s'est plus formé d'aragonite, et le carbonate de chaux s'est déposé alors sous forme de calcite.

Cette calcite en cristaux blancs, opaques, faiblement nacrés sur le clivage, est légèrement magnésienne et toujours ferrifère. Son essai volumétrique au permanganate m'a donné de 2 à 3 CO^3Fe pour 97 à 98 CO^3 (Ca, Mg).

La forme cristalline est b^1, parfois, mais rarement, modifiée par la face e^1 toujours très faiblement développée. Les cristaux ne dépassent guère 8 millimètres de plus grande dimension.

Très souvent, la calcite a ses faces b^1, recouvertes d'un *spath brunissant*, en très petits cristaux limonitisés à leur surface et dont la couleur brune, lorsqu'ils sont disseminés, tranche sur le fond blanc de la calcite ; mais il n'est pas rare de voir ce spath brunissant recouvrir complètement cette dernière en lui communiquant un reflet moiré. Les cristaux de spath brunissant, sont peu nets et toujours contournés ; il est cependant facile, grâce à leurs clivages parallèles à leurs faces, de voir qu'ils offrent la forme primitive p et que, de plus, ils sont cristallographiquement parallèles aux cristaux de calcite *(voir fig. 1)*. En cristallisant, ce spath brunissant ne s'est pas uni d'une façon intime avec la calcite ; ses cristaux sont simplement posés sur ceux de cette dernière et avec l'ongle il est facile de les faire glisser et se décoller, et ils laissent alors une trace rectangulaire dont les deux directions sont parallèles aux diagonales de la face b^1 de la calcite *(voir A, fig. 1)*.

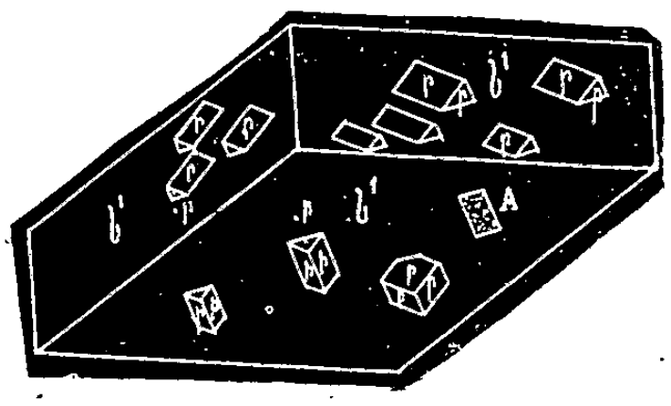


FIG. 1.

Le peu d'adhérence entre les cristaux de ces deux espèces minérales laisse déjà supposer que leurs édifices cristallins ne sont pas semblables et que, par suite, leurs compositions chimiques doivent être différentes aussi. Un essai volumétrique m'a donné la proportion suivante de fer et de chaux, pour ce spath brunissant :

$$3CO^3Fe + 1CO^3(Ca, Mg)$$

C'est dire que c'est presque une sidérose.

Bien que très rarement, ce minéral s'est aussi déposé sur les cristaux de barytine.

Le sulfate barytique de ce gisement est incolore et limpide ; il offre d'assez nombreuses combinaisons de formes.

Je puis citer :

$p\ a^2\ e^1$ *(voir fig. 2)* ;
$p\ m\ b^{1/2}\ a^2\ e^1$;
$p\ m\ b^{1/2}\ a^2\ e^1$;
$p\ m\ b^{1/2}\ e^1\ g^1\ a^2\ a^1\ h^1$ *(voir fig. 3)* ;
$p\ m\ a^2\ a^1\ e^1$ *(voir fig. 4)* ;
$p\ m\ g^1\ b^{1/2}\ e^1\ h^1\ a^2$;
enfin $p\ m\ b^{1/2}\ a^2\ a^1\ h^1\ e^1$ *(voir fig. 5)*.

Certains cristaux sont de forme plus complexe et présentent d'autres

faces, mais si faiblement développées qu'il ne m'a pas été possible de mesurer leurs incidences au goniomètre d'application et par suite de déterminer leur notation *(voir fig. 5)*.

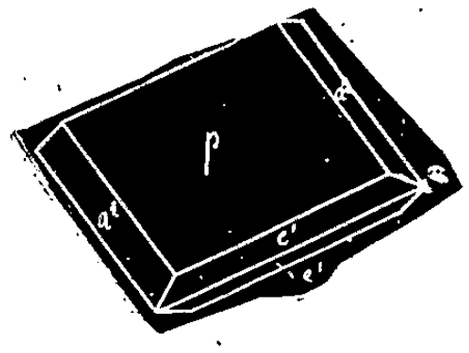


FIG. 2.

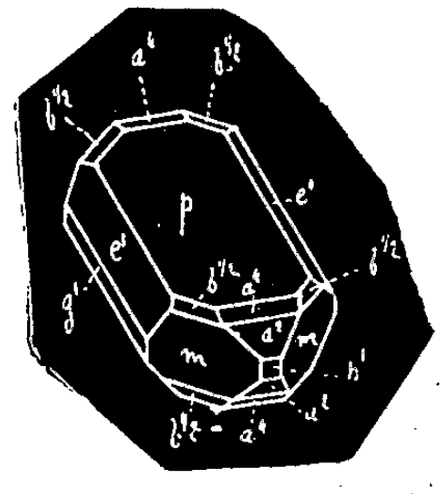


FIG. 3.

Pour les cristaux englobés dans la calcite, c'est-à-dire chez les premiers cristaux déposés, les faces a^2, e^1, m et p sont assez développées et donnent la forme générale, mais chez les cristaux posés sur la calcite, c'est-à-dire ayant cristallisé en dernier lieu, la face p devient largement dominante *(fig. 2)* au détriment de a^2, de e^1 et surtout de m qui disparait assez fréquemment. Les cristaux de cette espèce minérale sont toujours très nets. Ils présentent parfois de vives irisations. Quant à leurs dimensions, elles ne sont jamais bien grandes, et un cristal d'un centimètre est déjà une exception, la grandeur moyenne oscillant entre 6 et 8 millimètres.

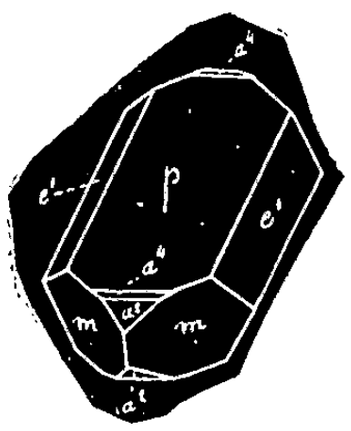


FIG. 4.

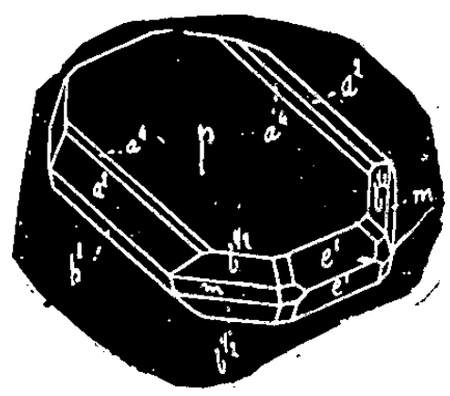


FIG. 5.

Enfin, le dernier représentant de cette quintuple et curieuse association minérale, est le quartz dont les cristaux les plus grands atteignent $1^{cm},5$. Ils sont implantés ou couchés, incolores et hyalins. Leurs faces sont p et $e^{½}$ également ou inégalement développées, avec le prisme e^2 presque toujours dominant avec ses faces, ou brillantes et striées parallèlement à $p\ e^2$ et $e^2\ e^{½}$, ou ternes et rugueuses et couvertes alors de minuscules cristaux du même minéral. Les cristaux sont simples ou en position de macles avec axes parallèles.

Considérations générales. — La calcite, la barytine et le quartz semblent s'être déposés simultanément, après l'aragonite qu'ils recouvrent, mais avant le spath brunissant, qui parait être le dernier produit de cristallisation.

Il n'est pas sans intérêt non plus, me semble-t-il de mettre en relief certaines particularités de ces géodes.

Tout d'abord, remarquons l'association rare et intéressante d'un carbonate (calcite ou spath brunissant) et d'un sulfate (barytine). Il n'est qu'un autre gisement en Auvergne qui présente cette curiosité minéralogique; c'est le Puy-de-Saint-Romain (F. Gonnard, *Minéralogie du département du Puy-de-Dôme*, 2e édit., p. 97), où les cristaux $e^{4/5}$ de la calcite sont associés au gypse.

Mais la présence du quartz me parait plus intéressante encore, et ceci pour deux raisons.

1° Il est très rare, en Auvergne, d'observer le quartz dans les amygdales des roches volcaniques, et, malgré les nombreuses études ou recherches dont cette contrée a été l'objet, le quartz n'a été rencontré et signalé qu'une seule fois par M. Lacroix, dans la basalte de Montaudon accompagnant la calcite (A. Lacroix, *Bulletin de la Soc. franç. de Minéralogie*, p. 320 à 322, 1891 et F. Gonnard, *De la Minéralogie dans le département du Puy-de-Dôme depuis Lecoq et Bouillet jusqu'en 1908*, p. 27, 1908); c'est dire qu'il est très rare. On sait, en effet, que l'élément siliceux généralement observé, tapissant les vacuoles de nos roches basiques, est l'opale hyalite et sa variété fiorite;

2° Déposé en même temps que la calcite, le quartz a cristallisé à une température qui devait être relativement basse, car on sait, depuis les expériences de G. Rose, qu'à partir de 30 degrés, il se dépose de l'aragonite, les cristaux de Gevillat sont postérieurs à la cristallisation de l'aragonite or, qu'ils recouvrent; ils ont donc cristallisé au même instant que la calcite et *n'ont donc pu se déposer qu'à une température relativement basse*, de leur dissolution, qui, elle-même n'a pu être favorisée que par une forte pression ou par la présence de l'acide carbonique, la présence de la calcite s'opposant à l'hypothèse de l'action de vapeurs acides.

Les géodes dont je viens de signaler le gisement sont donc, comme on le voit, fort intéressantes, autant par leur composition complexe, que par les circonstances particulières de leur genèse.

M. R. MICHALIAS

Ancien pharmacien (Ambert) (Puy-de-Dôme).

1° SUR DES BÉRYLS PRISMATIQUES DE GROS VOLUME, ET PYRAMIDAUX, DE MOYENNES ET PETITES DIMENSIONS ; MUSCOWITE PALMÉ.

2° QUARTZ RÉTICULÉS, BRUTS ET POLIS, AVEC CRISTAUX D'URANITE ET DE CHALKOLITE FORTEMENT RADIO-ACTIFS

— *4 Août* —

Béryls et muscowite. — Ces béryls et muscowite, que j'ai recueillis en 1904 et 1905, dans une carrière ouverte par le service vicinal aux environs de Saint-Pierre-la-Bourlhonne (Biauchaud) accompagnent ordinairement des masses quartzeuses d'un très beau blanc, dont on retrouve d'autres affleurements sur une ligne dirigée du Nord au Sud, et qu'accompagnent encore des béryls pyramidaux, altérés et à demi kaolinisés, dont le diamètre atteint parfois 30 centimètres.

Ces différents gîtes ont fait récemment l'objet de quelques recherches en vue de leur exploitation pour en retirer des *terres rares* entrant dans les manchons d'éclairage à incandescence. Mais ces recherches ont dû être abandonnées par suite de la rareté du minéral.

Quartz réticulés à Uranite. — Ces quartz, à dessins originaux et inédits, curieusement réticulés, et dans lesquels la beauté des lignes est mise en évidence par le polissage de quelques échantillons, contiennent, en outre, à l'état de cristaux, et parfois d'enduits, de l'uranite et de la chalkolite à propriétés fortement *radio-actives*.

Découverts à quelques kilomètres d'Ambert, vers 1904, dans une autre carrière ouverte par les soins de M. Dupieux, agent-voyer d'arrondissement, M. J. Demarty, minéralogiste distingué de Clermont-Ferrand, vint avec moi visiter le gisement et fit, à ce sujet, une communication très intéressante insérée dans la *Revue d'Auvergne*, en juillet 1905.

Cette même année, je remis quelques cristaux d'uranite à M. le Dr Th. Nogier, agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon, qui voulut bien les examiner. Il constata que ces cristaux, mis en présence d'une plaque sensible dûment protégée par plusieurs épaisseurs de papier opaque à la lumière, impressionnèrent rapidement cette plaque et avec une intensité très nettement supérieure à celle de sels d'urane pur.

De cette expérience, il semble permis de conclure à la présence, dans cette roche, d'une substance plus fortement radio-active que l'uranium lui-même. Le résultat et les détails de cette expérience firent l'objet d'une notice que M. Nogier fit paraître dans *Le Radium*, en septembre 1905. Vers 1907, j'ai découvert, à quelques kilomètres de là, de nouveaux gisements

d'uranite, dans d'autres rochers quartzeuses sans caractère spécial. Toutefois, d'un côté comme de l'autre, l'exploitation industrielle ne saurait être tentée efficacement, en raison de l'extrême dureté de la roche encaissante et de sa faible teneur en minéral.

M. Camille DAUZÈRE

Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée d'Agen.

FORMATION DES COLONNES DE BASALTE

— 5 août —

La division des coulées de lave basaltique en prismes hexagonaux, qui ont quelquefois une régularité admirable, donne lieu à l'un des phénomènes les plus curieux des pays volcaniques : les orgues et les chaussées de géants, communes en Auvergne et dans le Vivarais. La formation de ces colonnades n'a pas reçu jusqu'ici d'explication satisfaisante. J'ai eu l'occasion, dans des recherches de physique expérimentale, d'observer des phénomènes qui pourraient peut-être jeter quelque lumière sur cette formation.

On attribue généralement la division des laves en colonnes prismatiques au refroidissement qui suit la solidification et à la contraction qui en résulte. Cette contraction suffit pour expliquer la division elle-même, mais nullement la forme hexagonale des colonnes. En effet, le retrait accompagnant le refroidissement ou la dessication donne lieu, dans un grand nombre de substances, à la production de fentes qui divisent la masse en prismes grossiers. On les observe dans le craquèlement du vernis des poteries, dans la dessication de l'amidon, dans le refroidissement de la colophane fondue, etc. Mais jamais le retrait agissant seul ne produit une division cellulaire hexagonale (1) : les fentes se coupent presque toujours à angle droit, de telle sorte que les sections droites des prismes sont des rectangles ou des quadrilatères curvilignes, presque jamais des hexagones.

On observe quelquefois ce mode de division dans les basaltes, ainsi que le montre la photographie ci-jointe, prise aux environs de Murols (Puy-de-Dôme).

Elle représente une coulée divisée en prismes hexagonaux grossiers, d'axe vertical et de grand diamètre (1^{m},50 à 2 mètres). Ces grosses colonnes verticales ont subi l'action du retrait simple, qui les a fragmentées en un grand nombre de prismes beaucoup plus petits, d'axe horizontal. On voit les bases de ces prismes sur les faces latérales des colonnes ; ce sont, pour

(1) Je dois cette remarque à l'obligeance de M. Bénard.

la plupart, des quadrilatères irréguliers, on n'y voit aucun hexagone. La contraction qui a donné naissance à ces fragments s'est produite pendant le refroidissement des grosses colonnes ; celles-ci devaient préexister dans la masse encore chaude qui a été le siège du refroidissement. La formation des grosses colonnes hexagonales paraît donc antérieure au refroidissement du solide ; elle a dû s'effectuer quand la lave était encore très chaude, probablement même à l'état liquide. C'est donc dans la lave liquide que l'examen de cette coulée nous amène à rechercher l'origine de la division prismatique hexagonale qui nous occupe.



Coulée basaltique de Chautignac, près Murols (Puy-de-Dôme). — En haut, à gauche, section d'une colonne basaltique, orgues de Bonnevie (Murat).

M. Bénard a découvert que les courants de convection calorifique qui s'établissent dans une nappe horizontale de liquide, divisent la masse en cellules prismatiques hexagonales d'axe vertical. J'ai repris l'étude de ces phénomènes. Dans une communication faite à la Section de physique (voir page 289), j'ai montré que les cellules persistent souvent après solidification et que leurs parois sont des plans de facile rupture pour le solide.

Si l'on fait intervenir ces phénomènes, la formation des colonnes de basalte paraît facile à expliquer. Les basaltes fondus seraient divisés par les courants de convection de M. Bénard en cellules prismatiques hexagonales qui persisteraient après la solidification ; le retrait accompagnant le refroidissement interviendrait alors, mais uniquement pour provoquer la

séparation des prismes hexagonaux par des fentes suivant leurs parois, le long desquelles la rupture est la plus facile.

Cette explication est confirmée par l'examen de la structure intérieure des colonnes. Si on regarde de face la section d'une colonne basaltique, on y aperçoit un noyau ressemblant tout à fait à ceux que l'on voit dans les cellules de la cire et de la paraffine.

On peut faire à la théorie précédente diverses objections, dont les principales sont les suivantes :

1° Les parois et l'axe des cellules prismatiques formés par les courants de convection sont toujours verticaux à cause de l'intervention nécessaire de la pesanteur dans leur production ; or, on observe dans un grand nombre de coulées des prismes inclinés, ce qui paraît contredire notre explication. Mais, dans nos expériences, de très légères influences suffisent pour modifier les trajectoires des courants de convection, dont résultent, en définitive, la forme et la position des cellules ; rien ne s'oppose à ce que sous l'action de diverses causes, telles que l'écoulement, le modelé du terrain, des excès locaux de température, les axes des prismes primitivement verticaux, formés dans la lave visqueuse, aient été déviés pour prendre les positions observées.

2° Les cellules observées par M. Bénard et moi ont des dimensions transversales supérieures à leur hauteur ; le rapport de la hauteur au diamètre est voisin de 0,3. Il en est autrement pour les colonnes de basalte : leur hauteur est, en général, énorme par rapport à leur diamètre. Pour répondre à cette objection, on peut remarquer que les circonstances de production des colonnades ne sont pas tout à fait identiques à celles de nos cellules. Dans nos expériences, la face supérieure de la couche liquide où s'établissent les cellules est en contact avec l'atmosphère. Dans les coulées de lave, la solidification s'est produite d'abord très rapidement à la surface libre sans donner de cellules, puis a progressé lentement vers l'intérieur, qui est resté liquide bien après la formation de la croûte superficielle et l'arrêt de l'écoulement ; c'est dans cette nappe liquide, ainsi emprisonnée, que paraissent s'être formés les prismes, d'après l'aspect que présentent la plupart des coulées, surtout les plus récentes, dont la partie inférieure seule est divisée en prismes. Dans ces conditions, mes dernières expériences semblent montrer que le rapport de la hauteur au diamètre peut acquérir des valeurs très grandes.

Dans certaines coulées anciennes, les prismes hexagonaux affleurent au niveau du sol par leurs tranches. Lorsqu'il en est ainsi, il est probable que la couche supérieure non prismée de la coulée a été enlevée par l'érosion qui a mis à nu les bases hexagonales des prismes et entamé même l'extrémité supérieure du faisceau.

M. W. KILIAN

Professeur à l'Université (Grenoble).

SUR LES « VALLÉES GLACIAIRES »

— 7 Août —

En présence des intéressantes discussions sur l' « Érosion glaciaire » qui sont actuellement à l'ordre du jour, l'auteur tient à déclarer qu'il n'a jamais nié la relation, très évidente pour tout observateur impartial, qui existe entre les phénomènes glaciaires et le type si spécial des vallées alpines, dont le cortège de formes : section en U, gradins de confluence, etc., ne se trouve réalisé *simultanément* dans aucune des régions que n'ont pas occupées les glaciations pléistocènes ou actuelles.

Le type des « Vallées glaciaires » si bien défini par MM. Penck et Morris Davis est donc nettement lié à l'action des anciens glaciers, mais il ne semble pas encore prouvé d'une façon définitive que ce soit à l'action *seule* de la glace (Finsterwalder) ou à celle des eaux *sous-glaciaires* (Brunhes) que soit due la totalité du surcreusement des vallées alpines. L'influence de ces derniers facteurs est indéniable, mais la part des creusements *interstadiaires* et *interglaciaires ne paraît pas avoir été suffisamment prise en considération*. M. Kilian croit que ces derniers ont eu dans le « surcreusement » une part prépondérante (60 0/0 environ) et que le rôle des glaciers s'est borné à « façonner » lors des glaciations successives des vallées fluviatiles et torrentielles préexistantes d'un type « jeune » (Davis), c'est-à-dire à section en U. La *superposition* et la *répétition* de ces deux sortes d'actions auraient produit, ainsi que l'a indiqué M. Kilian en 1906 (Congrès de Lyon), le type si complexe et si spécial des vallées alpines, et l'occupation des vallées principales par des glaciers aurait donné lieu, par un mécanisme très simple (voir la Géographie, novembre 1906), aux gradins de confluence.

Les paliers à contre-pente des vallées alpines peuvent s'expliquer par l'excavation vers l'amont de paliers fluviatiles interglaciaires sans qu'il soit nécessaire, d'attribuer au Glacier la totalité du surcreusement. Quant aux lacs subalpins et aux seuils rocheux des basses vallées, M. Kilian croit que l'influence des mouvements épirogéniques, pourra, lorsqu'elle sera mieux connue, expliquer bien des anomalies sans qu'il se soit produit pour cela nécessairement dans les terrasses, préexistantes de contre-pentes accentuées.

M. Kilian rappelle enfin que certaines vallées d'Auvergne ou du Vivarais (Montpezat, etc.) où le cours d'eau s'est creusé une gorge dans une

nappe basaltique superposée à des alluvions pléistocènes, offrent un type très analogue à celui des vallées « surcreusées » des régions alpines et présentent même des gradins de confluences, sans qu'il y ait eu intervention des phénomènes glaciaires.

MM. W. KILIAN et P. REBOUL

SUR UNE FAUNE NÉOCRÉTACÉE DES RÉGIONS ANTARCTIQUES

— 7 août —

Nous avons eu, dernièrement, l'occasion d'étudier une série d'Ammonites crétacées recueillies par l'expédition antarctique suédoise et dont la description nous a été confiée par MM. les professeurs Nordenskjöld et Gunnar Andersson.

L'examen détaillé de ces céphalopodes nous a fourni des résultats paléontologiques et stratégraphiques d'un certain intérêt que nous présentons ici, sous la forme d'une notice indépendante de la monographie descriptive que nous consacrons d'autre part (1) à cette même faune.

A. — Considérations paléontologiques.

La faune dont il s'agit et qui n'était connue que par quelques fragments (2) publiés par M. Stuart Weller, possède une physionomie bien caractérisée par le rôle qu'y jouent des formes spéciales de la province indo-pacifique, telles que nous les connaissons par les monographies de Blanford et Stoliczka, Kossmat, Yabe, Whiteaves, Boule, Lemoine et Thévenin, Crick, Woods, etc.

Sauf une Bélemnite indéterminable et quelques *Nautilus*, d'un type du reste répandu dans les Indes et à Madagascar, nous y relevons, en effet, parmi les Ammonitidés, les éléments suivants :

Le groupe des *Phylloceras* ne compte que deux espèces : l'une est connue déjà de l'Inde *(Ph. Surya)*, l'autre fréquemment confondue avec *Ph. Velledæ*

(1) Pour ce qui concerne les espèces citées dans la présente note, on se reportera au mémoire original en cours de publication, dans les relations de l'expédition antarctique suédoise (Stockholm) où on en trouvera la description illustrée de vingt planches en phototypie.

(2) STUART WELLER : *The Stokes collection of antarctic Fossils (The Journ. of Geology,* t. XI, n° 4, Chicago, 1902.

L'auteur figure les échantillons suivants recueillis par M. Stokes, attaché comme artiste à l'expédition antarctique suédoise et étudiés par M. Stanton :

Olcostephanus antarctica n. sp. qui n'est autre que notre *Kossmaticeras (Gunnarites) antarticum.*

Haploceras sp. (Ammonite indéterminable).

Hamites elatior Forbes (in White).

Hamites sp.

Ces deux dernières formes se rapportent, sans doute, à l'espèce décrite par nous sous le nom de *Anisoceras notabile* Whit. sp.

du Gault des gisements néocrétacés de la côte pacifique du continent américain (*Ph. ramosum* Meck). *Les Lytoceratidés* présentent une série de formes caractéristiques, appartenant les unes au genre *Gaudryceras* qui a fait son apparition dans le Gault méditerranéen d'Europe (1) et qui s'est répandu, à l'époque néocrétacée, jusque dans les Indes, le Japon, Madagascar, le Natal et Vancouver, les autres aux genres *Tetragonites* et *Pseudophyllites*, appartenant également au Crétacé supérieur indo-pacifique.

Parmi les premières, nous citerons *G. multiplexum*, *G. vertebratum*, *G. Kayei*, *G. varagurense* et *G. politissimum;* parmi les dernières *Tetragonites epigonum* et *Pseudophyllites Indra*.

Les formes déroulées se rapportent aux *Anisoceras* et appartiennent à des types décrits sous le nom de *Hamites* et de *Diplomoceras* dans le Néocrétacé de la plupart des régions citées plus haut pour *Gaudryceras*.

Quelques rares *Latidorsella* et *Hauericeras*, qui appartiennent aussi à des types cités dans l'Inde, accentuent encore le cachet de cet ensemble.

Les *Pachydiscus* appartiennent à un groupe *(Parapachydiscus)* également connu et répandu dans le Sénonien indo-pacifique et dans le Sénonien d'Europe.

Le nombre considérable et la variété de formes des *Kossmaticeras* constitue le caractère le plus remarquable de la faune des îles Snow-Hill et Seymour. Nous avons, plus haut, analysé en détail les variations extrêmement curieuses que présentent les nombreuses formes de ce groupe ; elles permettent de constater des phénomènes de CONVERGENCE fort remarquables et la RÉCURRENCE de types d'ornementation qui rappellent des genres plus anciens. C'est ainsi que *Kossmaticeras antarcticum* St. Weller sp. est extrêmement curieux par l'importance que prennent, dans cette espèce, les crénelures des côtes, tellement développées dans l'adulte qu'on croirait avoir affaire à certains *Acanthoceras* du groupe *Ac. mamillatum* Schloth sp. — *Kossm. Anderssoni* n. sp. présente tous les caractères d'un *Kossm. sparsicostatum* Kossm. sp. dans les tours intérieurs, mais se modifie entièrement dans la partie correspondante à la loge, où apparaissent des tubercules engendrant une ornementation très analogue à celle des *Neumayria*, de certaines *Schlœnbachia (Schl. rhombifera)*, des *Prionocyclus* et des *Barroisia*. D'autres formes présentent, dans les tours internes, une grande analogie avec certains *Virgatites*.

Ces résultats confirment les observations de Mojsisovics sur les Ammonitidés du Trias, de M. Haug sur les *Goniatites* et les remarquables études faites récemment par M. Ch. Jacob sur les *Ammonitidées*, jusqu'alors si peu connus dans leur évolution, de l'étage Albien.

Il apparaît ainsi de plus en plus que les caractères pris jusqu'à présent

(1) V. KILIAN : *Trav. Lab. Geol. Univ. de Grenoble*, t. V, 1900.
CH. JACOB : *Thèse ; Trav. Lab. Géol. Univ. de Grenoble*, t. VIII, 1907.

pour base des classifications proposées peuvent varier, indépendamment les uns des autres ou simultanément, dans des formes appartenant à un même tronc phylogénétique ; même la ligne suturale, à laquelle on attachait récemment une si grande importance, ne peut plus fournir, à elle seule et sans l'intervention de considérations ontologiques approfondies, un criterium suffisant pour établir une classification naturelle.

Le jeu compliqué de ces variations, dont quelques-unes paraissent solidaires les unes des autres, a donné naissance à une prodigieuse variété d'espèces et de genres, et réalisé, à des époques différentes et dans des groupes d'Ammonites phylogéniquement très distincts, des CONVERGENCES remarquables et des LIVRÉES très analogues.

L'étude de ces transformations est extrêmement délicate et commence à peine à donner des résultats rationnels, mais il semble que l'on puisse entrevoir le moment ou les LOIS qui régissent les variations des différents caractères de la coquille des Ammonitidés et les rapports de ces caractères entre-eux seront complètement établis. La connaissance de ces lois, aura vraisemblablement pour conséquence, une simplification synthétique très grande de la classification et fournira enfin, il faut l'espérer, le fil directeur permettant de s'orienter dans le dédale si compliqué qu'offre aujourd'hui le catalogue essentiellement analytique des Ammonites des temps secondaires.

Les beaux travaux d'E. de Mojsisovics et ceux de M. Haug nous ont donné à ce sujet des enseignements suggestifs et les faits nouveaux, si nombreux, réunis récemment par MM. Solger, Ch. Jacob et Pervinquière auront certainement contribué, pour une part, à nous rapprocher de cette synthèse.

B. — Répartition des espèces recueillies.

Les espèces se répartissent comme suit, dans les localités indiquées par des numéros sur la carte (Pl. VI du *Bull. Géol. Inst. Ups.*, vol VII) publiée par M. Gunnar Andersson.

A. — ILE DE SNOW-HILL.

LOCALITÉ N° 1 (Som Station). — *Gaudryceras politissimum* Kossm., *Gaudryceras* cf. *multiplexum* Kossm., *Tetragonites* cf. *epigonum* Kossm., *Desmoceras* cf. *sugatum* Forbes sp. (= *D. Loryi* nov. sp.)

Kossmaticeras antarcticum St. Well. sp. (Kil. et Reb.) (type figuré) ; *Kossmaticeras Bhavani* Stol. sp., *K. gemmatum* Huppé sp., *K.* cf. *cliveanum* Stol. sp., *K. Anderssoni* Kil. et Reb., (très commun, type figuré et jeune) ; *id.*, var. *carinifera* Kil. et Reb., *K. Theobaldianum* Stol. sp. var. (deux exemplaires), *K. Loganianum* Whit. sp., *K. antarcticum* var. *Nordenskjöldi* Kil. et Reb. (commun), *Kossmaticeras sp.* En outre, des Bivalves, Gastropodes et Polypiers.

LOCALITÉ N° 2 (Terass of van Stationen). — *Nautilus Blanfordianus* Kil. et Reb. (assez rare), *Belemnites* sp., *Phylloceras ramosum* Meek. sp., *Phylloceras Surya* Forbes sp., *Gaudryceras politissimum* Kossm., *G. multiplexum* Kossm., *Anisoceras*

notabile Whit. sp. (assez commun), *Latidorsella* cf. *latidorsata* d'Orb. sp., *Desmoceras Loryi* Kil. et Réb., *Kossmaticeras papillatum* Stol. sp., *K.* cf. *recurrens* Kossm. sp., *K. antarcticum* var. *Nordenskjoldi* Kil. et Reb. (très commun), *K. gemmatum* Kossm., *K.* cf. *buddhaicum* Stol. sp., *K. Gunnari* Kil. et Reb., *K. Kalika* Stol. sp., *K. cliveanum* Stol. sp., *K. Theobaldianum* Stol. sp., *K.* cf. *Karapadense* Kossm. sp. (commun), *K. antarcticum* St. Well. sp. (très commun), *K. Anderssoni* Kil. et Reb. (très commun), Ammonites indéterminables. Les fossiles sont contenus dans des rognons gréseux à *K. antarcticum* qui renferme aussi des Crustacés, mais il y a aussi quelques échantillons d'un calcaire rouge à Polypiers, *Latidorsella* sp. et *Desmoceras* Loryi, Kil. et Reb.

De la même localité provient un calcaire marno-grumeleux gris à *Kossm. antarcticum* var. *Nordenskjöldi*.

Localité n° 2 *a*. — *Gaudryceras* cf. *Kayei* Forbes sp., *Gaudryceras politissimum* Kossm., *Puzosia* sp., *Kossmaticeras antarcticum* Kil. et Reb. (très commun), *Kosmaticeras Anderssoni* Kil. et Reb., *K. antarcticum* var. *Nordenskjöldi* Kil. et Reb. (assez commun), *K. gemmatum* Huppé sp. (deux exemplaires), *Kossmaticeras* sp. indéterminable Polypiers. La roche est un grès rognonneux rougeâtre.

Localité n° 3 (Plateaü Nar bazaltskoppen). — *Nautilus* sp. *Kossmaticeras antarcticum* St Well. sp. Kil et Reb. (très commun), *Kossmaticeras antarcticum* var., *K. Kalika* Stol. sp., *K.* cf. *Anderssoni* Kil. et Reb. (assez commun), *K. antarcticum* var *Nordenskjöldi* Hil. et Reb., *K. gemmatum* Huppé (très commun), *K. madrasinum* Stol. sp., *K. Amilianum* Stol. sp., *K. Gunnari* Kil. et Reb., *K. Theobaldianum* Stol sp.

Localité n° 4 (dite localité d'Ekelöf). — *Pseudophyllites Indra* Stol. sp., *Pachydiscus* sp.

Localité n° 5 (E. om Amiralpyramid). — *Anisoceras notabile* Whit. sp., *Gaudryceras Kayei* Forbes sp., *Tetragonites* cf. *epigonum* Kossm. sp.

Snow-Hill (sans indication de localité). — *Anisoceras* sp., *Kossmaticeras Gunnari* Kil et Reb., *K. gemmatum* Huppé sp., *K. antarcticum* St. Well. sp., *K. Theobaldianum* Stoll. sp., *K. madrasinum* Stol. sp., *K. Æmilianum* Stol. sp., *K. Kalika* Stol. sp. (Oversta plataü), *Pachydiscus* sp., *Kossmaticeras Bhavani* Stol. sp. (commun), *K.* cf. *gemmatum* Huppé sp., *K. antarcticum* St. Well. sp. (commun), En outre, de petits corps indéterminables (*Basculites* ou *Dentalium ?*).

Localité n° 6. -- Calcaire marneux gris noirâtre avec Polypiers, au test blanc renfermant : *Lytoceras* sp., *Desmoceras Loryi* Kil. et Reb., *Hauericeras* sp., *Kossmaticeras recurrens* Kossm. sp., *Kossmaticeras* sp., *K. Skidegatense* Whit. sp., *K. Theobaldianum* Stol. sp., *K. Loganianium* Whit. sp. En outre, petits corps indéterminables (*Dentalium* ou *Baculites ?*).

Localité n° 7. — *Kossmaticeras Bhavani* Stol. sp. var. (= *K. Cumshevaense* Whit. sp.).

B. — Ile Seymour.

Localité n° 8. — *Kossmaticeras Bhavani* Stol. sp. (assez commun) et portant comme indication (nahe südlich von den Lokalität *8*, 2, 3 km. N.-O. von der S.-O. Bucht. etc., etc.) *K. Bhavani* Stol. sp. (échantillon figuré), *K. Theobaldianum* Stol. sp., *K. Anderssoni* Kil. et Reb., *K. Æmilianum* Stol., *K. antarcticum* St. Weller sp., *K. gemmatum* Huppé sp.

En outre, de l'Ile Seymour (Zwischen den Sunde und den Dépot ; 1 km. S.-O. vom Depot, etc.)

Gaudryceras varagurense Kossm., *Gaudr. Kayei* Forb. sp., *Kossmaticeras gemmatum* Huppé sp. (très commun), *K. cf. recurrens* Kossm., *K. Anderssoni* Kil. et

Reb., *K. Bhavani* var *densecostata* Kil. et Reb. (nombreux et beaux exemplaires), *K. antarcticum* var *Nordenskjöldi* Kil. et Reb., *K. madrasinum* Stol. sp., *K. Æmilianum* Stol. sp., *K. Kalika* Stol. sp.

Du Cap Boldman (Étiquetés Boldman Ekelöf). — *Kossmaticeras cf. Bhavani* Stol. sp., *id.* var. *densecostata* Kil. et Reb., *K. madrasinum* Stol. sp., *K. gemmatum* Huppé sp., *Pachydiscus Gollevillensis* (bel exemplaire figuré).

C. — De Sydney Herbert Sund (The nase)

Kossmaticeras cf. Bhavani Stol. sp., *Kossmaticeras* sp.

D. — De Cockburn Insel (S. S. W.).

Kossmaticeras antarcticum var. *Nordenskjöldi* Kil. et Reb., *K. antarcticum* St. Well. sp., *K. cf. Theobaldianum* Stol. sp.

*
* *

Ainsi que le font voir très nettement les énumérations précédentes, les fossiles étudiés dans ce mémoire semblent appartenir pour la plupart au même horizon ; nous ferons exception cependant pour un calcaire rouge à Polypiers, *Latidorsella* et *Desm. Loryi* de la localité 2 et surtout pour les calcaires *gris et noirâtre de la localité 6* de Snow-Hill, qui ont fourni une faunule à cachet un peu plus ancien que les autres, notamment *Kossm. Skidegatense* Whit. sp. et *K. Loganianum* Whit. sp. qui, dans l'Amérique pacifique, se rencontre dans les assises attribuables au Gault ou au Cénomanien (v. plus bas). Dans la localité 6, on a précisément recueilli *Desm. Loryi*, un *Hauericeras* et des Polypiers.

Il est donc à présumer qu'en ces deux points existe, en outre, le niveau ordinaire à *Kossm. antarcticum*, *Theobaldianum* et *recurrens*, un horizon inférieur à *Desm. Loryi*, Polypiers, *Kossm. Skidegatense* et *Loganianum*, pétrographiquement distinct, mais dont les fossiles ont été mélangés, lors de la récolte avec les précédents.

C. — Résultats statigraphiques.

L'étude des Céphalopodes de Snow Hill et de l'île Seymour, et dont les principaux résultats feront l'objet d'une publication spéciale, nous permet de formuler les conclusions suivantes :

Les Ammonoïdes, au nombre de plus de 230, et dont quelques-unes sont d'une conservation remarquable, étant encore pourvues de leur test, proviennent d'une série de localités situées dans les îles Seymour et Snow Hill, près de la côte nord-est de la terre de Graham. Tous ces gisements appartiennent à la même formation géologique et ont fourni une faune assez homogène; la nature le plus souvent gréseuse de la roche qui leur sert de gangue semble indiquer un facies terrigène. Nous avons pu y reconnaitre, outre un grand nombre d'espèces, les formes suivantes :

Nautilus aff. *Bouchardianus* d'Orb (*Blanfordianus* Kil. et Reb.). — *Belemnites* sp. indéterminable (un phragmocône). *Phylloceras ramosum* Meek sp.; *Ph. Surya*

Forbes sp., *Lytoceras* sp. (grande taille). — *Pseudophyllites Indra* Forb. sp., *Gaudryceras politissimum* Kossmat. *G. multiplexum* Kossm.; (beaux échantillons), *G. varagurense* Kossm.; *G. vertebratum* Kossm.; *G. Kayei* Forb. sp.; *G.* (groupe de *Sacya* Stol); *Gaudryceras mite* v. Hauer sp. *Tetragonites epigonum* Kossm. *Anisoceras*, voisin de *Hamites (Anisoc.) cylindraceus* d'Orb. sp.; *Anisoceras (Diplomoceras) notabile* Whit. sp. *Anisoceras obstrictum* Jimbo sp.; *Desmoceras Loryi* nov. sp. (= aff. *sugatum* Forbes sp.); *Desmoceras (Hauericeras)* aff. *Gardeni* Baily sp.; *Desm. (Latidorsella)* aff. *latidorsatum* Mich. sp.; *Kossmaticeras Theobaldianum* Stol. sp.; *Kossm, recurrens* Kossm. (abondant); *K.* cf. *Karapadense* Kossm.; *K. cliveanum* Stol. sp.; *K. madrasinum* Stol. sp.; *K. Æmilianum* Stol. sp.; *K. Gunnari* nov. sp.; *K. antarcticum* St. Weller; *K. Anderssoni* nov. sp.; *K. pachystoma* Kossm.; *K. Loganianum* Whit. sp.; *K. Kalika* Stol. sp. (très abondant); *K. gemmatum* Huppé sp. (cette espèce que ses cloisons et son ornementation rapprochent des *Pachydiscus* est bien représentée à l'île Seymour); *K. rotalinum* Stol. sp.; *Pachydiscus Gollevillensis* d'Orb. sp. (voisin de *P. Quiriquinæ* Steinm. sp. et de *P. colligatus* v. Binck).

Les espèces et variétés nouvelles sont : *Nautilus Blanfordianus; Desm. (Latidorsella) Loryi; Kossmaticeras (Madrasites) Blavani* Stol. sp., var. *Seymouriana; K. (Madrasites) Gunnari; K. (Gunnarites) antarcticum* St. Weller sp.; *K. antarcticum* var. *Nordenskjöldi; K. (Jacobites) Anderssoni* Kossm.; *id.* var. *carinifera; K. Theobaldianum* Stol. sp. var. *Snow Hillensis*.

Cette faune est remarquable par le grand développement des espèces du groupe des *Kossmaticeras* dont les formes en constituent, au point de vue numérique, l'immense majorité (environ 250 individus sur 300 Ammonites). Ces *Kossmaticeras* sont, comme nous le verrons plus bas, répandus également dans la Néocrétacé de l'Inde, du Chili, du Japon, de l'Afrique australe, (d'après Woods), de Vancouver; de la Nouvelle-Calédonie, etc.

Il est particulièrement intéressant d'assister ici à l'épanouissement de ce groupe, *probablement dérivé de Puzosia*, qui reproduit, par convergence, l'ornementation des *Holcodiscus* néocomiens disparus des mers européennes après l'époque barrémienne, et qui devient, dans les mers néocrétacées indopacifiques, le point de départ d'une multitude de formes, chez lesquelles les modifications de l'ornementation produisent des *convergences* très curieuses, avec des types appartenant à des souches très différentes. Les *Kossmaticeras* constituent l'élément prédominant de la faune des Snow-Hill-beds et des Seymour-beds. Nous voyons également les Lytocératidés des groupes *Gaudryceras* et *Tetragonites*, dont l'apparition dans le Gault méditerranéen a été signalée par un de nous, puis étudiée récemment, d'une façon approfondie, par M. Ch. Jacob, prendre un développement tout à fait caractéristique.

La plupart des Ammonites étudiées sont ou identiques ou très semblables à des espèces très caractéristiques des assises de Trichinopoly (couches supérieures), d'Aryaloor et de Valudayoor dans l'Inde, c'est-à-dire du Sénonien; quelques espèces seulement (*Kossmaticeras* cf. *cliveanum* Stol. sp., *K. Skidegatense* Whit. sp., *K. Loganianum* Whit. sp.), du reste rares et iso-

lées, indiqueraient un niveau inférieur, mais il faut remarquer que les formes les plus caractéristiques (*Schlœnbachia, Acanthoceras*, etc.), du Cénomanien et du Turonien font défaut. Le type faunique rappelle à un haut degré celui des dépôts néocrétacés de l'Inde, ainsi qu'à un degré un peu moindre, mais cependant notable, celui du Crétacé supérieur (Nanaïmo-Group) de l'île de Vancouver, de la côte pacifique de Californie, du Japon, de la Patagonie, du Natal, du Pondoland, de Madagascar, etc.(1). La présence de *Kossmaticeras gemmatum* Huppé sp., de *Lytoceras Kayei* Forbes sp. et *Phyll ramosum* Meek sp., ainsi que celle d'un grand *Pachydiscus* voisin de *P. Quiriquinæ* Steinm. et de *P. colligatus* v. Binck à l'île Seymour, évoquent un rapprochement avec les couches de Quiriquina (Chili) que nous ont fait connaître M. Steinmann et ses collaborateurs. D'autres formes sont communes avec la Tunisie centrale.

* * *

Quelques formes ont un cachet plus ancien ; ce sont :

Kossmaticeras (Seymourites) Loganianum Whit. sp.,
Kossmaticeras (Grahamites) Skidegatense Whit. sp.

Ces espèces ont été décrites par M. Whiteaves du Crétace de l'île de la Reine-Charlotte où elles sont accompagnées de formes (*Puzosia* cf. *planulata, Lytoceras Sacya, Schlœnbachia (Mortoniceras) inflata, Inoceramus concentricus, In. sulcatus, Gryphæa nebrascensis*, etc.), qui semblent indiquer un horizon voisin de celui du Gault supérieur.

La gangue qui entoure ces fossiles n'est pas absolument la même que celle des couches de Snow-Hill à *Kossmaticeras antarcticum* St. Weller sp.; ils proviennent de calcaires marneux noirâtres et non, comme ces derniers, de nodules gréseux roussâtres.

* * *

Ajoutons encore, comme espèces dont l'horizon habituel est parfois considéré comme plus ancien que le Sénonien, *Kossmaticeras rotalinum* Stol. sp.; cependant M. Kossmat a fait remarquer que la présence de cette forme dans les couches d'Ootator était douteuse et qu'elle parait provenir, en réalité, d'un niveau plus élevé; *K. rotalinum*, a du reste été rencontré récemment à Madagascar dans le Santonien et figuré par MM. Boule, Lemoine et Thévenin.

* * *

En résumé et comme il a été expliqué plus haut, les Ammonites de Snow-Hill et de l'île Seymour sont très probablement réparties dans plusieurs horizons à savoir :

(1) V. les travaux de Stoliczak, Kossmat, Whiteaves, Gabb, Jimbo, Yabe, Steinmann, Woods, Crick, Boule, Lemoine et Thévenin.

a) Calcaires noirâtres marneux de la localité 6 de Snow Hill, à *Kossm. (Grahamites) Skidegatense* Whith. sp., *Kossm. (Seymourites) Loganianum* Whit. sp., *Desm. Loryi* Kil. et Reb.) Polypiers et calcaires rouges de la localité 2 à *Latidorsella (Desmoceras) Loryi* et Polypiers.

Cet horizon a des affinités avec le Crétacé moyen et représente certainement l'assise la plus ancienne du complexe.

b) Couches à rognons gréseux de Snow Hill, caractérisées par *Kossm. antarcticum* St. W.

c) Couches marneuses grises de l'île Seymour (localité 8) et de la localité 4 de Snow Hill (Ekelöfs Locality) avec *Pseudophyllites Indra* Stol. sp. et prédominance de *Kossm. Bhavani* Stol. et *gemmatum* Huppé sp.

Ajoutons que, sur l'île Seymour (local. 8), paraissent prédominer les formes à test bien conservé du groupe d'Aryaloor et du niveau de Quiriquina, telles que *Kossm. gemmatum*, *Pachydiscus* cf. *Gollevillensis*, avec *Kossm. Bhavani*, *Kossm. Æmilianum*, *Kossm. Madrasinum*, *Gaudryceras*.

. A l'île Cockburn, ainsi que dans les diverses localités de l'île Seymour (cap Bodman, etc.), on observe une faune unique et homogène caractérisée par les *Kossmaticeras* cités plus haut, notamment par les *K. antarcticum* et *Anderssoni*.

Les espèces rappelant des horizons plus anciens (Ootator Beds) n'ont été rencontrées que dans certains points de Snow-Hill (localités 2^{VI} et 2^{VIII}, mais *mélangées aux formes habituelles* du niveau supérieur (Snow Hill-Beds, Andersson, Aryaloor et Trichlnopoly) (couches supérieures). Toutefois, la localité 4 de Snow Hill n'a fourni que *Pseudophyllites Indra* Stol. sp. et des *Pachydiscus* et paraît, comme celle de l'île Seymour (local. 8), appartenir à un horizon supérieur du Sénonien (Older Seymour Insel Beds, Andersson).

*
* *

Les rapports avec les néocrétacés de l'*Inde* sont très frappants; on sait, d'après les travaux de Forbes, Blanford, Stoliczka et les belles recherches de M. Kossmat, que dans le district de Trichinopoly, les dépôts transgressifs du Crétacé débutent par les couches à *Mortoniceras inflatum* Sow. sp. et comprennent une série d'horizons (couches d'Ootator de Trichinopoly et d'Aryaloor), tandis que dans le district de Pondichéry, *la partie supérieure seule* (1. couches de Valudayor, 2. couches à *Trigonoarca*, 3, couches à Nérinées) est représentée et correspond par sa faune d'Ammonites, étudiée par M. Kossmat, au Sénonien supérieur (Aturien-Maestrichtien).

Nous citerons, comme espèces particulièrement caractéristiques de cet horizon supérieur :

Gaudryceras Kayei Forbes sp.; *Pseudophyllites Indra* Forbes sp. ; des *Pachydiscus* du groupe *Gollevillensis* d'Or.b sp., etc.

Dans la région de Trichinopoly, la série débute par les *couches d'Ootator*, dont la partie inférieure, qui contient déjà des *Gaudryceras (G. vertebratum* Kossm.) et des *Holcodiscus (Kossmaticeras) (H. cliveanum* Stol., *H. papillatum* Stol. sp.,etc.) avec *Schlœnbachia (Mortoniceras) inflata* Sow. sp. et *Acanth. Mantelli* Sow. sp. est vraconnienne ; la partie moyenne est rhotomagienne (riche en *Acanthoceras*) et la partie supérieure également caractérisée par des *Acanthoceras*, *Neophychites Telinga* Stol. et *Holcostephanus (Fagesia) superstes* Kossm. vient se placer au niveau du Turonien inférieur.

Au-dessus se place l'assise de Trichinopoly correspondant au Turonien supérieur et au Santonien et celle d'Aryaloor-Valudayoor qui appartient au Campanien-Maestrichtien. Une série de formes caractéristiques telles que *Holcodiscus Theobaldianus* Stol. sp.; *Holcodiscus Bhavani* Stol. sp.; *Desmoceras sugatum* Forbes sp.; *Gaudryceras varagurense* Kossm.; *Tetragonites epigonum* Kossm., apparaissent dans la subdivision supérieure de l'assise de Trichinopoly.

Ce sont justement ces dernières espèces qui caractérisent nos gisements de Snow Hill.

C'est avec ces dernières assises que la faune de Snow Hill et de l'île Seymour a le plus d'affinités par le grand développement qu'y prennent les *Kossmaticeras (Holcodiscus prius)* et les *Pachydiscus*. M. Kossmat énumère, comme communes à l'assise de Trichinopoly supérieure et à celle d'Aryialoor : *Desmoceras sugatum* Forbes sp., *D. (Hauericeras) Gardeni* Baily, *Holcodiscus Bhavani* Stol. sp., *Holcodiscus Theobaldianus* Stol. sp., c'est-à-dire précisément les formes également répandues dans nos gisements antarctiques.

Il résulte de ces comparaisons que la plus grande partie des formations crétacées des îles Snow Hill et Seymour correspondent exactement, dans leur ensemble, par leurs caractères fauniques au Sénonien *(sensu lato)* (Santonien-Maestrichtien) du district de Trichinopoly dans l'Inde, avec lesquels on peut les synchroniser.

Nous avons dit toutefois que certains gisements (couches rouges de la localité 2, à *Latidorsella* cf. *latidorsata* Mich. sp. et calcaires noirâtres de la localité 6, à *Kossmaticeras Skidegatense* Whit. sp. et *Loganianum* Whit. sp., ont un cachet un peu plus ancien (Vraconnien ?) tandis que, d'autre part, les gisements de la localité 8 (Ile Seymour) paraissent appartenir, au contraire, à un niveau plus élevé (Horizon d'Aryialoor). — La très grande majorité des formes étudiées indique, en effet, un niveau du Crétacé supérieur voisin du Sénonien supérieur (Aturien Maestrichtien) ainsi que le montre la présence d'espèces très caractéristiques, telles que *Phylloceras ramosum* Meck: *Pseudophyllites Indra* Stol. sp., *Pachydiscus Gollevillensis* d'Orb. sp., *Anisoceras notabile* Whit. sp. etc.

Ce n'est pas avec le Crétacé de l'Inde seulement que notre faune néocrétacée antarctique offre des analogies; elle rappelle vivement celle du Crétacé supérieur des côtes pacifiques de l'Amérique.

C'est ainsi que les dépôts Crétacés de l'*île de la Reine Charlotte* ont fourni une série de Céphalopodes (collection Dawson, etc.), que M. Whiteaves a décrits et figurés, et parmi lesquels on remarque des formes du Crétacé moyen telles que :

Puzosia cf. *planulata, Schlœnbachia (Mortoniceras) inflata, Lytoceras Sacya. Inoceramus sulcatus, In. concentricus*, à côté d'espèces voisines des formes indiennes comme *Kossmaticeras Loganianum* Whit. sp. (décrit comme *Holcostephanus Kossm.), Cumshevaense* Whit (décrit comme *Haploceras*), *Kossm. Skidegatense* Whit. sp. —

Ces formes sont accompagnées de *Sphenodiscus*, de la *Gryphæa nebrascensis*, de *Belemnites* et de *Tetragonites*.

Les couches qui les renferment représentent certainement un horizon voisin de celui du Gault supérieur (Vraconnien) et des couches inférieures d'Ootatoor de l'Inde.

Nous avons vu plus haut que la faune de la localité 6 de Snow Hill peut être rapprochée de ce niveau de l'ile Queen Charlotte.

M. Whiteaves (local. cit.) (1) a décrit également du Crétacé supérieur (Nanaimo-Group) de *Vancouver* et des îles voisines (division A) les espèces suivantes :

Phylloceras ramosum (sous le nom de *Velledæ*), *Phylloceras Forbesianum*, *Pseudophyllites*, *Anis. (Diplomoceras) notabile*, *Anis. subcompressum*, *Hamites cylindraceus*, *Hamites obstricus*, *Hauericeras Gardeni*, *Pachydiscus Newberryanus*, *Pachydiscus Ootacodensis* et *Pach. Neevesi*.

Une faune analogue se trouve dans le groupe de Chico, en *Californie*, avec *Hamites cylindraccus* Defr., *Desmoceras sugatum* Forbes sp., des *Pachydiscus* et des *Placenticeras*, *Phylloceras ramosum* Meek,, *Lytoceras Kayec* Forbes sp.), d'après M. Andersson. Toutes ces associations rappellent, au plus haut point, celle que nous décrivons dans le présent mémoire.

Sur la *côte du Pacifique*, en Californie, M. Andersson a décrit, d'autre part (des couches d'Horsetown), des faunes à cachet plus ancien que les nôtres :

(Desmoceras Beudanti, Stoliczkaia dispar., Puzosia latidorsata, Kossmaticeras Theobaldianum, Kossm. Voyi And. sp., *Lytocyeras Sacya, Douvilleiceras mamillatum)*; mais il a fait connaître aussi, dans le groupe de Chico : *Hamites (Anisoceras) cylindraceus, Desmoceras* cf. *sugatum*, des *Pachydiscus*, des *Placentiras, Lytoceras Kayei, Pachydiscus Newberryanus* avec *Inoceramus labiatus*, c'est-à-dire une faune nettement néocrétacée et fort voisine de la nôtre. C'est dans le Crétacé moyen (groupe d'Horsetown) que les *Kossmaticeras* paraissent donc s'individualiser pour la première fois, comme rameau distinct des *Puzosia*.

Dans l'*Amérique du Sud*, la faune de *Quiriquina* (Chili), si bien étudiée, après M. Philippi, par M. Steinmann et par ses collaborateurs (MM. Wilckens, Deecke, Mœricke, etc.), est également du même âge que celle de Snow Hill (Sénonien supérieur, Craie à Baculites) ; outre de nombreux Gastropodes et Pélécypodes, il y a lieu de citer :

Hamites cf. *cylindraceus* Defr. sp., *Lytoceras Kayei* Forbes sp., *Phylloceras ramosum* Meek. (= *Ph. Velledæ* auct. non Mich.), *Phylloceras Surya* Forbes, *Pachydiscus Quiriquinæ* Steinm., *Phyll. Holcodiscus gemmatum* Huppé, *Lytoceras Varuna* Forbes sp., *Scaphites constrictus* var. *Quiriquinæ Steinm*? — *Nautilus subplicatus* Phil. (? = *N. Blanfordianus* Kil. et Reb).

Ce type du Crétacé supérieur contraste vivement avec le Sénonien d'un type si différent à *Ostrea Nicaisei* et *Buchiceras*, que M. Steinmann a décrit du Pérou, avec les assises à *Placenticeras* et *Tissotia* étudiées, de la même

région, par M. Paulcke, comme aussi avec le Néocrétacé du Vénézuela (à *Mortoniceras*), etc.

Au *Japon*, les faunes que nous ont fait connaître MM. Yokohama, Jimbo, Yabe, après les indications et découvertes de MM. Beny, Smith, Lyman et Naumann, appartiennent au même type, caractérisé par le grand développement des Lytocératidés (*Gaudryceras* et *Tetragonites* notamment). Nous relevons, en particulier, parmi les formes citées par ces auteurs :

Phylloceras cf. *Velledæ* (= *ramosum*), *Pseudophyllites Indra*, *Gaudriceras Sacya*, *Desmoceras sugatum* et *D. Damesi* Jimbo, *Hauericeras Gardeni*, des *Anisoceras*, des *Hamites* (*H. (Anisoceras) obstricum*), des *Pachydiscus* (*P. aryaburensis* Stol. sp.), *Anis Haradanum*, des *Holcodiscus* (*Kossmaticeras*), *K. Ishikawai* Jimbo sp. (?= *Kossm. cumshevaense* Whit sp.) et des *Puzosia*, etc.

D'après M. Yabe, on peut distinguer, dans le Crétacé du Japon, une série d'horizons allant du Cénomanien (à *Orbitolina concava* Lamk) au Sénonien à *Pachydiscus*. La plupart des formes qui rappellent notre Néocrétacé de Snow-Hill et de l'île Seymour et mentionnées ci-dessus, notamment les *Gaudryceras* et les *Tetragonites*, proviennent des horizons supérieurs (1).

Un mélange analogue d'espèces de l'horizon d'Ootatoor (Crétacé moyen) et des formes néocrétacées (Horizons de Trichinopoly et d'Aryaloor) a été signalé à *Sakhalin* et dans la *Colombie britannique*.

Sur la côte de Diégo-Suarez, à *Madagascar*, on a recueilli une faune de Céphalopodes crétacés dont MM. Boule, Lemoine et Thévenin ont décrit les éléments. A côté de nombreuses formes mésocrétacées (*Brahmaites*, *Stoliczkaia*, *Acanthoceras*, *Schlœnbachia*, *Mortoniceras*, *Puzosia*), on y remarque un certain nombre d'espèces, notamment de la Montagne-des-Français, qui indiquent la présence probable du Sénonien (Emschérien); ce sont notamment :

Phylloceras ramosum Meek., *Kossmaticeras (Pachydiscus) rotalinus* Stol. sp., *Kossmaticeras Theobaldianum* Stol. sp., *Kossmaticeras recurrens* Stol. sp., *Gaudryceras multiplexum* Kossm. sp.. *Tetragonites epigonum* Kossm., *Hauericeras*, etc., *Nautilus* cf. *Bouchardianus* d'Orb. (= *N. Blanfordianus* Kil. et Reb.), de nombreux *Pachydiscus*, etc.

Cette faune est très voisine de celle de notre Néocrétacé antarctique.

Dans le *Pondoland* (Afrique australe) et le Natal, se rencontrent des faunes analogues décrites par M. Woods (voir la liste bibliographique); nous y relevons notamment :

Nautilus (p. 371, fig. 1), cf. *Blanfordianus* Kil. et Reb., *Hauericeras Gardeni* Baily sp., *Haueric. Rembda* Forbes sp., *Pseudophyllites Indra* Forbes sp., *Tetragonites*, *Gaudryceras Kayei* Forbes sp., *Kossmaticeras* sp. (voisin de notre K. *Anderssoni*), *Hamites (Anisoceras) indicum* Forbes et *subcompressum* Forbes, des *Baculites*, des *Scaphites*, *Schlœnbachia*, *Eulophoceras*, *Mortoniceras*, *Pachydiscus*.

(1) Voir dans les ouvrages de M. Whiteaves la bibliographie complète.

Ajoutons que *Gaudryceras tenniliratum* Yabe est assez voisin de *G. varagurense* Kossm. et que *Olcostephanus unicus* Yabe (*loc. cit.*, Pl. VI, fig. 5, p. 25) est sans doute un *Kossmaticeras*.

Il semble là y avoir un mélange d'espèces néocrétacées appartenant aux horizons d'Aryaloor, Valudayoor et Trichinopoly de l'Inde; l'ensemble faunique est du même type que notre Néocrétacé de Snow Hill.

M. Crick, de son côté, a décrit du *Zululand* une faune d'Ammonites du Crétacé moyen et supérieur, parmi lesquelles nous notons :

Phylloceras Velledæ Stol. sp. *(non Mich.)* (= *Ph. ramosum* Meek.), *des Turrilites, Baculites, Knemoceras;* en particulier *Gaudryceras* aff. *Sacya* Forb. sp., *Tetragonites Timotheanum* Pict. sp., *Desmoceras (Latidorsella),* cf. *latidorsatum* Mich. sp., *Desm. inane* Kossm., *Forbesiceras Largillertianum* d'Orb. sp., des *Acanthoceras,* des *Puzosia,* des *Nautilus,*

qui indiquent un horizon relativement ancien (Gault supérieur et Cénomanien) développé à False-Bay, tandis qu'à Manun-Creek une faunule, composée de :

Phylloceras, de *Gaudryceras* avec *Anisoceras indicum* Forbes sp. et *subcompressum* Forb. sp., *Baculites, Schlœnbachia, Desmoceras, Hauericeras* et *Nautilus* aff. *Bouchardianus* d'Orb.

accuse un horizon plus récent et comparable à celui des régions antarctiques que nous décrivons ici.

En *Tunisie,* M. Pervinquière a fait connaître la faune pyriteuse du Santonien supérieur de Djebel Selbia et y cite notamment :

Phylloceras Forbesianum, Gaudryceras Kayei, G. striatum, G. cf. *mite, Tetragonites epigonum, T. Cala, Baculites* cf. *vertebratum* Lamk., *Bostrychoceras vertebratum, Puzosia diphylloides, P. Gandama, P. Leonis* Perv., *Haueceras Gardeni. H. Rembda, Pachydiscus Selbiensis* Perv., *Mortoniceras* (?) *Machueli* Perv.

D'après cet auteur, la faune de Céphalopodes mésozoïques de Tunisie qui comprend environ trois cents espèces, dont cinquante-quatre espèces nouvelles et une trentaine de variétés décrites par M. Pervinquière, est particulièrement riche et intéressante à de multiples points de vue; son analyse montre notamment que, pendant toute la durée des temps secondaires, la Tunisie a partagé la fortune de tous les pays méditerranéens ; toutefois, les communications plus faciles avec l'Inde et avec l'Afrique occidentale lui ont procuré un certain nombre de formes spéciales, dont les unes sont inconnues en France, tandis que les autres y sont, à tout le moins, très rares. Enfin, certaines Ammonites paraissent avoir eu là leur centre de dispersion. — Au point de vue des Ammonitidés, le Crétacé inférieur montre les plus grandes affinités avec celui de l'Algérie, de même qu'avec celui d'Espagne, des Baléares, du Midi de la France, des Alpes (Tyrol) et des Carpathes; il existe dans le Barrémien des espèces communes avec la Colombie, d'une part, et la côte des Somalis, de l'autre. Mais c'est surtout à partir du Cénomanien que la faune devient intéressante et qu'à côté de formes répandues en Europe nous rencontrons des espèces communes avec le Crétacé bathyal de l'Algérie et de l'Inde et des analogies avec la faune crétacée du Japon, de Madagascar, de l'Est africain, du Portugal (Néolobites)

et de l'Angola ; les dépôts lagunaires de l'extrême-Sud tunisien formaient sans doute le rivage méridional de la mer de cette époque qui s'étendait sur l'Égypte, l'Asie Mineure, la Syrie, la Perse, l'Inde et le Japon, sorte de Méditerranée (Mésogée), dont une branche septentrionale atteignait Vancouver, tandis qu'une autre descendait au Sud, sur l'emplacement de la Cordillère où elle a laissé des Ammonites caractéristiques *(Neolobites, Placenticeras, Knemiceras, Engonoceras)* et occupait aussi le Texas. A l'époque turonienne, les mêmes relations continuèrent d'exister, comme le prouve la répartition de formes très spéciales *(Fagesia, Neoptychites, Pseudotissotia, Vascoceras);* la mer s'étendait sur le Sahara et jusqu'au Brésil, mais ne communiquait pas directement avec Madagascar. Pendant les temps sénoniens, les communications avec l'Inde, le Japon, la Californie le Chili et la région circumpacifique sont également attestées par des Céphalopodes spéciaux (*Lyt. Kayei, Lyt. epigonum, Puzosia diphylloides, Hauericeras*, etc.); les rapports avec les dépôts du Cameroun sont également frappants; néanmoins les analogies avec le Texas et le bassin parisien *(Bostrych. polyplocum)* sont *moins accentuées*, la Tunisie faisant partie, à ce moment, d'une « province méditerranéenne » distincte de la province indo-pacifique et caractérisée surtout par les *Barrooisiceras* et les *Tissotia*, alors que dans les régions du nord de l'Europe régnaient des conditions très différentes avec la faune à *Belemnitelles* qui, malgré des communications marines probables, font complètement défaut dans le nord de l'Afrique.

***

Les affinités des faunes de Céphalopodes crétacés de l'Antarctique, que nous venons d'étudier, tant en ce qui concerne les plus anciennes (Crétacé moyen à *Kossmaticeras Loganianum* Whit. sp. et *Skidegatense* Whit. sp.) que les plus récentes (Sénonien à *Kossm. antarcticum* St. Well sp., etc.), sont nettement *indopacifiques ;* elles ont de nombreuses formes communes avec les dépôts de même âge de la Côte pacifique de l'Amérique, de Vancouver au Chili par la Californie, d'une part, et, de l'autre, avec celles de l'Inde, du Japon, de Madagascar du Natal, du Pondoland, de l'Annam et du Zululand. Quelques espèces seulement rappellent le Néocrétacé européen *(Pachydiscus)*.

Les assises de la Terre de Graham, des îles de Snow Hill et de Seymour se placent sensiblement au même niveau que les couches de Quiriquina (Chili), les couches d'Algarrobo, celles du Téjongroup en Californie, les couches inférieures de Chico (1), les Phœnix-and Henly-beds dans l'Orégon, l'assise de Nanaimo dans la Colombie britannique, les Trichinopoly — et Aryaloor-beds de l'Inde, les couches à *Pachydiscus* de Patagonie (d'après Hauthal) correspondant à la grande *transgression sénonienne* qui paraît

(1) Équivalents des Foxhill de l'Amérique du Sud.

avoir atteint également Bornéo, la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande.

Les faunes étudiées appartiennent donc incontestablement au type « indo-pacifique » du Crétacé supérieur (Néocrétacé) caractérisé par les *Kossmaticeras* et l'abondance des Lytocératidés *(Gaudryceras, Tetragonites, Pseudophyllites)*, contrastant avec le type « atlantique », avec ses *Mortoniceras*, et ses *Placenticeras ;* elles rappellent celles qui ont été décrites dans les Indes anglaises (Trichinipoly, Ootatoor), à l'île de Sakhalin, au Japon, dans le nord-ouest de Madagascar, dans le Natal et le Pondoland (1), en Californie, dans les îles de Vancouver et de Queen Charlotte, à l'île de Quiriquina (Chili) et en Patagonie, par Stoliczka et Blanford, Woods, Crick, Whiteaves, Boule, Lemoine et Thévenin. Elles ont aussi quelques affinités (*Lytoceras Kayei*, etc.) avec la faune néocrétacétique de Tunisie, que vient de nous faire connaître M. Pervinquière.

Ainsi le type indo-pacifique du Crétacé supérieur s'étend de l'Inde par Madagascar et l'Afrique australe jusqu'aux contrées antarctiques ; il est très probable qu'une *communication marine* reliait par cette dernière région, et en passant au Sud du cap de Bonne-Espérance, *le bassin pacifique sud-oriental avec l'extrême-Sud de l'Atlantique*, ainsi que l'a déjà soupçonné M. Kossmat et comme l'indique le cachet faunique (à *Gaudryceras*) de la Craie du Natal. Cette communication a du reste été admise sur la carte paléogéographique du Crétacé supérieur dans la dernière édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent. Une autre communication paraît avoir existé dans le Nord, entre les mers néocrétacées de Vancouver et le Japon par les contrées arctiques.

Les espèces communes avec la Craie du nord de l'Europe sont rares dans toutes ces régions ; cependant les études faites dans la Tunisie centrale par M. Pervinquière (voir plus haut) semblent autoriser à admettre une communication indirecte du bassin indo-pacifique par l'intermédiaire de la mésogée néocrétacée avec les mers de l'Europe septentrionale. Il est à remarquer, en effet, que c'est avec le Crétacé supérieur que nous assistons à *l'apparition*, dans cette « Méditerranée centrale » individualisée comme province zoologique distincte, depuis l'époque jurassique, d'éléments indo-pacifiques nombreux et caractéristiques.

(1) M. Maurice LEENHARDT a récemment recueilli en Nouvelle-Calédonie des Inocerames, divers Bivalves néocrétacés et un débris de *Kossmaticeras*.

M. V. COMMONT

Professeur à l'Ecole Normale d'Instituteurs (Amiens).

LES GISEMENTS PALÉOLITHIQUES DE SAINT-ACHEUL COUPE DU QUATERNAIRE DANS LA VALLÉE DE LA SOMME (GÉOLOGIE ET PRÉHISTOIRE)

— 8 août —

Afin de déterminer l'ancienneté relative et la position des gisements paléolithiques de Saint-Acheul sur les terrasses fluviatiles de la Somme, nous avons commencé le relevé exact d'une coupe de la vallée.

Grâce à une subvention de l'Association française pour l'Avancement des sciences et de la Caisse des recherches scientifiques, nous avons pu effectuer des sondages dans la partie du versant où n'existent pas d'extractions, de manière à suivre les couches de limons et graviers depuis leur origine; ce travail n'est pas complètement terminé : les fouilles dans la tourbe étant longues et dispendieuses. Nous espérons présenter au prochain Congrès de Lille des coupes complètes de la vallée, à Saint-Acheul et à Montières.

Voici résumé l'état actuel de nos travaux :

Les terrasses de la vallée de la Somme a Saint-Acheul. — *(Coupe ABC du plan.) Hauts niveaux.* — Le plateau Saint-Acheul constitue une sorte de butte située au confluent de l'Avre et de la Somme *(V. plan, fig. 1)*. Une dépression du sol sépare ce promontoire du plateau plus élevé de Saint-Fuscien qui se trouve au Sud, et un ravin sec où se déversent les eaux d'orage, le contourne au Nord-Ouest, aboutissant autrefois à la Somme au lieu dit « le Plainseau ».

Le sol de la plateforme constituant le sommet du plateau (altitude 69 à 70 mètres) est constitué par un sol argilo-sableux de peu d'épaisseur, 1 mètre à 1m,50 en général, renfermant d'innombrables galets tertiaires noirs et jaunes. Des sondages nous ont révélé l'existence de petites poches de 2 à 4 mètres de profondeur renfermant des silex aux arêtes usées, associés à du sable blanc ou jaunâtre (sable aigre de Saint-Acheul) ; les strates de sable blanc étant parfois couronnées de limon rouge sableux (sable de fondeurs) puis de cailloutis de silex et galets.

De la cote 67 à la cote 60, une série de sondages nous a fait constater la présence d'une nouvelle nappe de silex sur la craie. A la cote 66, la craie s'infléchit brusquement. Un puits creusé à peu de distance a traversé 10 mètres de limons, sables et graviers.

A l'altitude de 63 mètres, une fouille de 2 mètres au carré nous a permis de noter :

Terre à briques, 90 centimètres; ergeron, 3 mètres ; cailloutis de silex et galets dans limon grisâtre, 40 centimètres; limon rouge sableux, gras, collant avec silex non roulés éparpillés dans la masse, 70 centimètres à 1 mètre; sable jaune, 30 centimètres ; rognons de silex de la craie et galets empâtés d'argile rouge sableuse (bief) 1m,30 à 1m,50.

Un commencement de poche se dessine à la surface de la craie tapissée d'argile brune collante (bief). Quatre autres fouilles faites à droite de la route de Cagny (altitude, 60, 61 et 62 mètres) nous prouvent que la nappe de silex s'étend sans discontinuer à la surface de la craie et se perd à la cote 57.

A la suite de ces sondages, M. Tellier, entrepreneur, fit commencer l'extraction de ces silex dans sa briqueterie située à droite de la route, près de la maison Taveaux. Nous avons pû ainsi mieux examiner le caractère de la couche reposant sur la craie.

Coupe prise à la briqueterie Tellier (altitude 60 mètres) :

1° Terre à briques, 80 centimètres ;

2° Ergeron 30 centimètres ;

3° Cailloutis de silex et galets empâtés de limon sableux grisâtre, nombreux silex éclatés à patine blanche, 30 à 50 centimètres ;

4° Silex aux angles émoussés et galets dans sable jaunâtre aigre, 50 centimètres ;

5° Silex aux angles émoussés, rognons de silex de la craie non roulés, galets, le tout empâté d'argile rouge sableux (argile à silex) très collante, dans des poches pénétrant dans la craie altérée qui forme des dessins bizarres entre les petites poches.

Sur l'autre face de l'extraction, il n'y a plus d'ergeron, mais sous le cailloutis 3, on aperçoit un peu de limon rouge avec petites poches de dissolution à la base dans un dépôt de craie décomposée (presle de Ladrière), puis au dessous couches 4 et 5. Jusqu'à ce jour, les couches inférieures de cette extraction ne nous ont donné ni faune, ni industrie. Le cailloutis 3 a fourni un éclat moustérien et un petit coup de poing lancéolé à patine blanche, fendu en plusieurs morceaux.

Moyenne terrasse. — *1er faciès*. — C. Bultel.

Traversons la route de Cagny (altitude 60 mètres) et descendons à la carrière Bultel. Des sondages pratiqués dans les argilières qui bordent la route nous ont montré que la nappe de silex précédemment décrite, se perd après avoir traversé la route (V. coupe) et qu'alors l'ergeron repose sur la craie. Puis le niveau de celle-ci baisse brusquement de 4 mètres (petite falaise), et nous sommes sur la moyenne terrasse dont nous avons étudié les dépôts avec détails dans des études ultérieures (1).

Rappelons brièvement les différentes assises de la belle coupe de la carrière Bultel avec leur industrie et leur faune respectives.

1° *Terre à briques* :

(Voir nos nouvelles observations sur ce dépôt, dans l'étude sur l'Age du Renne dans la vallée de la Somme.)

2° *Ergeron* ;

a) Ergeron très calcaire.

Petit cailloutis silex et galets, avec industrie à faciès moustérien sans coups-de-poings ;

b) Ergeron très sableux avec zone rubéfiée à la partie supérieure.

Petit cailloutis de silex et galets renfermant de longues lames à patine blanche et coups-de-poing rares (un depuis cinq ans).

c) Ergeron plus argileux, roux, avec zone sableuse à la base.

(1) *Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France* 1905 à 1907. *Revue de l'École d'Anthropologie*; 1906, 1907.

Cailloutis plus important à la base (silex, galets limon, terreux grisâtre). Industrie moustérienne : pointes, racloirs doubles et coups-de-poing acheuléens.

Nous avons pu suivre les zones rubéfiées de l'ergeron jusqu'à leur naissance vers le Sud. Elles indiquent évidemment d'anciens sols ; les industries humaines trouvées dans les petits cailloutis qui les ravinent en sont une autre preuve.

D'autre part, lorsqu'une des couches d'ergeron est enlevée, on peut voir sur la couche inférieure des ruisselets qui tantôt s'étalent, tantôt s'enfoncent plus profondément et s'anastomosent en un lacis de petits canaux remplis de fins graviers absolument semblables à ceux que l'on voit sur les bas côtés des routes après un orage.

De plus, dans la masse de l'ergeron se trouvent parfois des traînées de sables et d'autres cailloutis intercalaires. Ces faits semblent bien prouver que l'ergeron de Saint-Acheul est une formation due, en grande partie, au ruissellement.

***

Comme faune, l'ergeron de Saint-Acheul a donné du mammouth, un grand bovidé, des crânes de petits rongeurs (spermophile ?) et des coquilles terrestres.

3° *Limon rouge sableux. — Limon fendillé de Ladrière.* — Au-dessous du cailloutis situé à la base de l'ergeron, se place un limon rouge sableux utilisé soit comme terre à briques, soit comme sable de fonderie. La partie supérieure de ce limon renferme l'industrie acheuléenne supérieure. Il constitue aussi un ancien sol. Sa formation est due à des phénomènes d'altération chimique, mais également à des apports d'argile à silex et de bief de la terrasse supérieure. Nous avons pu constater que l'argile brune (résidu de la dissolution de la craie, appelée aussi bief) qui tapisse la surface de ce dépôt, manque presque totalement sur la partie du versant comprise entre l'extrémité de la nappe de silex de la haute terrasse et le haut de la petite falaise, contre laquelle s'adosse la terrasse moyenne. Cette formation a été enlevée par l'érosion très anciennement et nous la retrouvons bien visible à la naissance du limon rouge, sous forme de traînées rouge-brun empâtant des silex de la craie non roulés.

4° *Sables jaunes. — Limon doux à points noirs de Ladrière.* — On peut voir sur la coupe, au-dessous du limon rouge, des lits de sable qui s'adossent contre la paroi de la falaise de craie déjà citée. Ces lits de sable jaunâtre sont séparés par de petites traînées de fins granules de craie. Leur inclinaison montre qu'ils ont dévalé du plateau. A leur naissance, ils ont 3 à 4 mètres de puissance, mais, en descendant vers la vallée, ils diminuent rapidement d'épaisseur et les petits lits de craie disparaissent. A la base de ces sables se trouve parfois un cailloutis de silex non roulés et des galets sont disséminés dans leur masse.

C'est à la base de ces sables jaunâtres dans le cailloutis (graviers moyens de Ladrière) que se sont trouvées les amandes acheuléennes sans patine, souvent rousses, simplement lustrées par les sables constituant l'acheuléen I.

Il n'y a pas habituellement de ligne séparative entre ces sables et le limon rouge, mais il existe une zone de transition due à des pénétrations argileuses qui colorent en roux les sables sous jacents.

5° On peut voir à la carrière Bultel, une petite avancée de craie désagrégée qui a coulé du haut de la petite falaise sur les sables jaunes avant le dépôt et la formation du limon rouge. C'est une formation analogue à celle que nous avons vu séparant les poches de la craie à l'altitude de 60 mètres. Ce dépôt, qu'on a appelé *presle*, se retrouve en différents points du plateau ; tantôt il sépare les poches de dissolution de la craie, tantôt, comme c'est le cas à la

carrière Bultel, il est formé d'une succession de petites coulées de craie désagrégée qui, par suite des phénomènes de gel et de dégel suivis de pluie, ont été entraînées de la surface de la craie mise à nu par l'érosion antérieure et

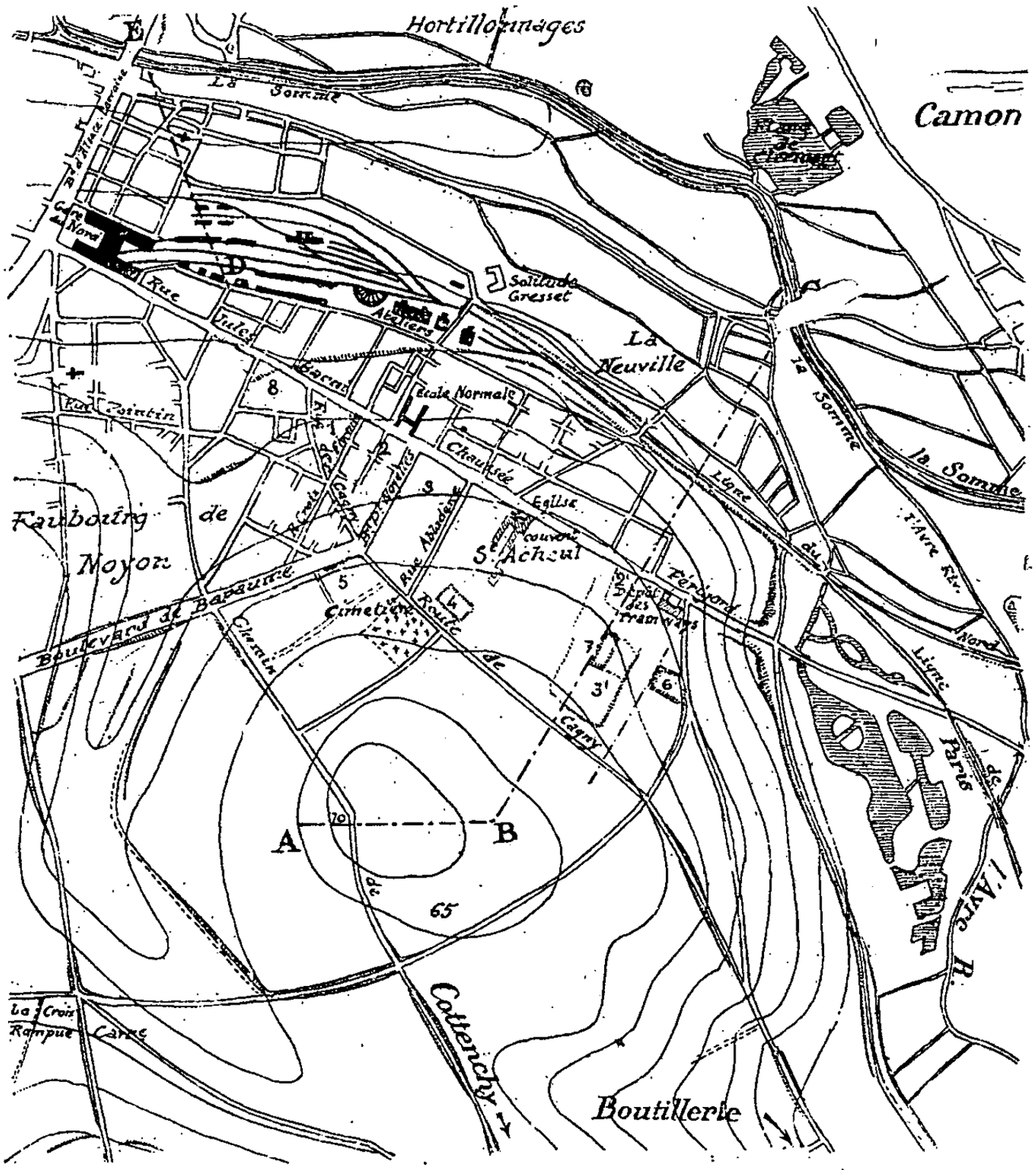


FIG. 1.

LÉGENDE POUR LE PLAN DE SAINT-ACHEUL. — 1. Anciennes extractions Tattegrain, où eurent lieu les premières découvertes : *Dr Rigollot* 1854, *A. Gaudry* 1859, *Prestwich*, etc.; 2. Anciennes extractions Tellier père; 2′. Ancienne ballastière Chaussée Périgord (v. coupe), 1867; 3. Anciennes extractions Fréville, Warin; 3′. Ancienne briqueterie Fréville et Carrière Dupont; 3. Ancienne extraction Fréville, puis Bultel et Tellier (1883-1905), près du cimetière; 5. Ancienne extraction du boulevard Bapaume (1902-1906), vues *A. Gaudry* et *G. de Mortillet*; 6. Carrière actuelle Tellier; 7. Carrière Bultel; 8. Ancien four à chaux, fosse Ferneuse où les eaux d'orage, déversées par le ravin qui contourne le plateau au N.-O., séjournaient, le trop-plein se déversant au Plainseau (solitude Gresset). A. B. C., grande coupe. — D. E., coupe basse terrasse.

ont recouvert, en partie, les sables jaunes qui se sont eux-mêmes déposés sur les graviers inférieurs, par l'effet des mêmes actions. Cette formation a été ensuite dissoute en partie, comme la craie en place et nous pouvons observer

à sa surface, de petites poches tapissées d'argile rouge-brun et remplies de sable jaune et de silex de la craie apportés par l'érosion du plateau qui s'est continuée ensuite, produisant les limons supérieurs.

6° Au dessous des sables jaunâtres (limon doux et de leur cailloutis de base, se trouvent des strates irrégulières de sable blanc fluviatile couronnant ou s'intercalant dans les graviers inférieurs sous forme de lentilles. A la partie supérieure de ces sables, on observe fréquemment des bandes de glaise verdâtre ou encore un limon blanc coquillier consistant, qui était autrefois désigné par les ouvriers sous le nom de *sable gras* (1), par opposition probablement au sable blanc ou *sable maigre*, dont les grains n'adhèrent pas. Les géologues anglais ont fait *sable aigre* de *sable maigre*. C'est à la partie supérieure de ces couches sableuses qu'on a récolté autrefois dans les anciennes extractions de la même terrasse (*V. plan : 1, 2, 2', 3,*), un nombre considérable de silex taillés du type chelléen : coups-de-poing à talon épais, sans patine en silex noir ou jaune simplement lustré et *non roulés*.

7° *Graviers inférieurs.* — Ces graviers de silex diffèrent complètement de ceux mis à jour sur la haute terrasse. Les rognons de silex sont rarement entiers, leur croûte verdâtre ou noirâtre est nette, comme lavée, leurs arêtes sont très usées. Associés à du gros sable blanc ou à de fins graviers, ils n'ont aucune adhérence et croulent au moindre coup de pioche « cailloux croulants ». Souvent on voit dans la masse des lits de silex recouverts entièrement de manganèse et absolument noirs. Dans ce cas, les zones inférieures sont rousses.

On trouve souvent dans ces graviers des blocs de grès tertiaire pouvant mesurer 1m,50 de longueur. On observe d'ailleurs ces grès dans tous les limons, y compris la terre à briques. Nous avons récolté dans les strates de sable blanc, bon nombre de coquilles tertiaires (*melania inquinata, potamides funatus*, etc.) Des galets tertiaires, de petits blocs de calcaire à nummulites et des fragments de craie aux angles arrondis sont associés au silex. Très souvent, à leur base, les graviers sont agglomérés par un ciment calcaire, le tout formant un conglomérat assez dur appelé *tuf* par les ouvriers. A la limite extrême des graviers inférieurs, contre la paroi de craie, on observe à leur base un petit lit de sable jaune ou roux recouvrant de gros rognons de silex de la craie non roulés.

Ces graviers inférieurs ont donné autrefois aux premiers explorateurs de Saint-Acheul, des outils de silex — des « haches » — à talon épais, assez grossières, souvent fortement patinées, mais non roulées : chélléen grossier ou préchelléen. Sur cette partie du versant, les mêmes graviers ne nous ont fourni, en cinq ans, qu'une douzaine de coups-de-poing grossiers.

2e *faciès. — C. Tellier. (Plan* 6).

La carrière Tellier donne une autre coupe de la même partie de cette terrasse parallèle à celle que l'on voit à la carrière Bultel, et qui est fort intéressante. *(V. coupe, fig. 2)* au point de vue géologique et préhistorique.

1° *Terre à briques.* — La partie supérieure, terre végétale et limon remanié fournit l'industrie néolithique ; la partie inférieure, limon d'altération de l'ergeron en place, a donné des lames paléolithiques à faciès magdalénien.

2° *Ergeron.* — Le cailloutis supérieur intercalaire a donné quelques instruments de type moustérien sans coups de poing.

3° Le cailloutis de base est remplacé par un lit de sable blanc dans lequel

(1) V. *Études du quaternaire de M. N. de Mercey. — S. G. F. — S. G. N. F.* et *Société Linnéenne N. F.*

nous avons récolté de belles pointes moustériennes, des racloirs associés à des coups-de-poing lancéolés à patine bleuâtre ;

4° *Limon rouge*, industrie : acheuléen supérieur, inst. lancéolés à patine blanche (ossements de blaireau à la partie supérieure ;

5° *Limon gris jaunâtre* argilo-sableux, calcaire. Ce limon prend naissance au contact de la craie, acquiert 2 mètres d'épaisseur maximum, puis se perd à 50 mètres de distance. A son origine ce dépôt est formé de traînées argilo-calcaires, il devient ensuite plus homogène (sorte d'ergeron grossier) et renferme de grosses poupées calcaires et des plaques gréseuses (petits lits de sable agglutiné par un ciment calcaire). Certains visiteurs ont été frappés de la ressemblance de cette couche avec le löss ancien de la vallée du Rhin ; mais s'il y a analogie de constitution physique entre cette formation locale due à l'érosion de la craie marneuse qui affleurait antérieurement et le löss ancien de l'Allemagne, il n'existe aucun fait qui puisse en établir le synchronisme. Comme faune, ce limon gris nous a donné des débris d'un grand cheval assez abondants ;

6° *Sables meubles* avec traînées de manganèse, nombreux points noirs *(limon doux)*.

Faune : métacarpien de Felis leo *(v. spelæa)*, os de léporidés *(sp.?)* cheval et grand bovidé ;

7° *Sable brun* argileux très compact avec pénétrations de sable blanc à la partie supérieure. C'est encore un ancien sol, ainsi que le prouvent les restes de l'atelier de taille paléolithique ancien que nous y avons découverts : nuclei, percuteurs, éclats de débitage, coups-de-poing rappelant les types chelléens, belles amandes acheuléennes, petits outils de différents types, etc. Comme faune : 2 molaires d'elephas antiquus, molaires et canons d'un très grand cheval, grand bovidé ;

8° Couche très mince de *limon blanc sableux coquillier* dont nous avons relaté la faune (1) ;

9° *Graviers inférieurs* avec lentilles de sable fluviatile qui nous ont fourni également des coquilles ; à la base de ces graviers, nous avons récolté l'extrémité d'une défense d'elephas antiquus et des débris de grand bovidé. Depuis quelques mois, on peut voir un fait curieux : la couche de graviers qui n'avait jusqu'alors que 1 mètre à 1^{m} 50 d'épaisseur, atteint 3 mètres de hauteur, en même temps elle remonte sur la craie contre la paroi de la petite falaise (V. Coupe carrière Tellier). On peut aussi constater qu'entre le haut de cette falaise (55 mètres d'altitude) et la route de Cagny (altitude 60 mètres) se trouve une petite dépression dans laquelle la surface de la craie est recouverte directement par la terre à briques. Nous avons tout lieu de croire qu'anciennement les éléments, sables et graviers, qui existaient sur cette partie du versant ont été entraînés par les eaux (torrent temporaire) et sont venus se déverser sur les graviers inférieurs de la terrasse moyenne en produisant cette nappe en éventail que l'on exploite actuellement à la carrière Tellier.

Il existe, en un autre point du versant, un fait semblable bien plus accusé. Entre le pont du chemin de fer, à La Neuville, et l'usine à gaz (V. plan) existe une dépression de 4 à 5 mètres, faisant communiquer les graviers de la terrasse moyenne et ceux de la basse terrasse. Le fait a été mis en évidence par la tranchée du chemin de fer. Il a été signalé par le géologue anglais Tylor en 1867, d'après le profil fourni par l'ingénieur de la voie, M. Guillon.

M. de Mercey l'a également signalé (2).

(1) *Bulletin Société Linnéenne du Nord de la France*, 1905.
(2) *Bull. S. G. N. F.*, t. XXII, p. 69.

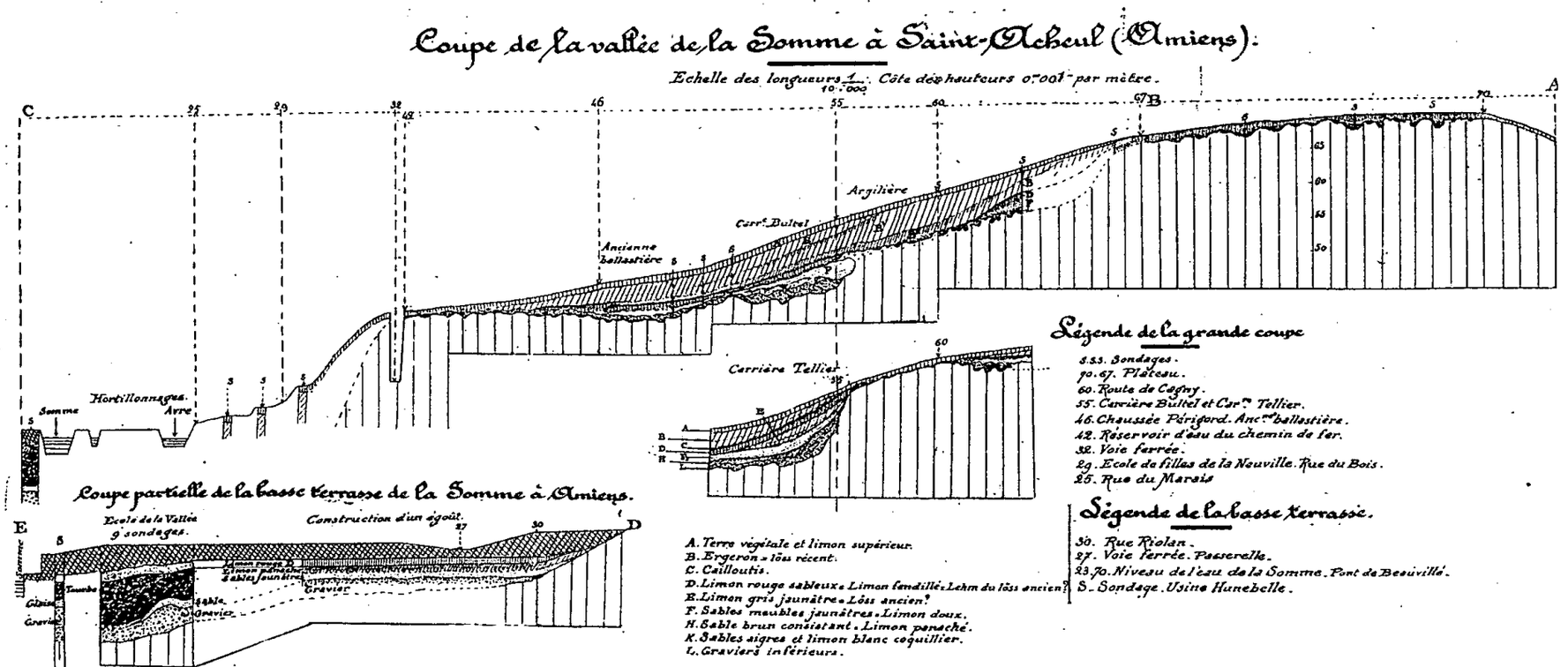

Coupe de la vallée de la Somme à Saint-Acheul (Amiens).
Echelle des longueurs 1/10.000. Côte des hauteurs 0m001 par mètre.
Argilière
Carrière Bultel
Ancienne ballastière
Carrière Tellier
Hortillonnages.
Somme
Arve
Coupe partielle de la basse terrasse de la Somme à Amiens.
Ecole de la Vallée 9 sondages.
Construction d'un égout.
Tourbe
Gravier
Sable
Légende de la grande coupe
8.33. Sondages.
70.67. Plateau.
60. Route de Cagny.
55. Carrière Bultel et Carre Tellier.
46. Chaussée Périgord. Ancne ballastière.
42. Réservoir d'eau du chemin de fer.
32. Voie ferrée.
29. Ecole de filles de la Neuville. Rue du Bois.
25. Rue du Marais
Légende de la basse terrasse.
30. Rue Riolan.
27. Voie ferrée. Passerelle.
23.70. Niveau de l'eau de la Somme. Pont de Beauvillé.
S. Sondage. Usine Hunebelle.
A. Terre végétale et limon supérieur.
B. Ergeron = lôss récent.
C. Cailloutis.
D. Limon rouge sableux = Limon fendillé = Lehm du lôss ancien?
E. Limon gris jaunâtre = Lôss ancien?
F. Sables meubles jaunâtres = Limon doux.
H. Sable brun consistant = Limon panaché.
K. Sables aigres et limon blanc coquillier.
L. Graviers inférieurs.

FIG. 2.

Basse terrasse. — Après la voie ferrée (haut du talus 42 mètres, rail à 32 mètres), le sol s'infléchit rapidement vers l'Avre. C'est le commencement de la basse terrasse qui s'élargit en aval et est recouverte par les quartiers de La Neuville et de La Vallée.

Pour avoir des renseignements exacts dans cette partie du versant, les travaux à effectuer sont plus considérables et fort dispendieux ; aussi nos observations actuelles sont incomplètes. Cependant, nos études ont été facilitées par des travaux importants effectués dans ces dernières années ; 1° construction d'un égoût ; 2° sondages sur l'emplacement actuel de l'école de La Vallée ; 3° percement d'un puits à l'usine Hunebelle.

1° Coupe a La Neuville, prolongement de la coupe A B C. — Quelques sondages, arrêtés à 3 mètres, nous ont donné : terre à brique, 80 centimètres ; ergeron sableux, 2 mètres à 2 m. 50 c. Cette couche doit atteindre, à flanc de coteau, 8 à 10 mètres.

Rue du Marais (altitude 25-26 mètres), un terrassement nous donne la coupe suivante :

1° Terre noire remaniée, 80 centimètres ;

2° Limon rouge très compact, 30 centimètres ;

3° Sable jaunâtre grossier avec petit lit de granules de craie, panaché de glaise verdâtre à sa partie inférieure.

Dans le limon rouge un ouvrier a trouvé un coup-de-poing lancéolé à patine blanche, ce qui nous fait supposer, étant donnée aussi la constitution du dépôt, que c'est le limon rouge fendillé ; mais nous n'avons pu constater la superposition de l'ergeron.

Au point de Camon (point C de la coupe), des travaux ont été effectués en 1845 pour la construction du pont ; nous avons pu trouver le note suivante au bureau de M. l'Ingénieur d'arrondissement :

« Pour fonder la pile, on enlèvera au grand louchet la couche de tourbe jusqu'au banc de glaise qui règne à 8 mètres en contre-bas de l'eau. »

Au-dessous viennent les graviers compacts d'épaisseur inconnue.

2° Coupe D E, quartier de La Vallée. — La construction d'un égout allant de la rue Riolan (gare) au pont de Beauvillé nous a permis d'établir la coupe de la partie sud de la basse terrasse.

Une tranchée de 6 mètres de profondeur fut creusée. Nous y avons noté en différents points :

1° *Terre rapportée*, fondations, débris gallo-romains et du moyen âge, 3 mètres (1) ;

2° *Limon rouge*, sableux, avec trous de racines remplis de matière grise lignifiée, 60 à 80 centimètres ;

3° *Glaise jaunâtre*, panachée de traînées rougeâtres, 40 centimètres :

4° *Limon jaune grossier*, sableux, avec petit cailloutis très fin et régulier au milieu, 60 centimètres ;

5° *Graviers inférieurs* roux, 80 centimètres à 1 mètre. Nous n'avons pu savoir leur épaisseur totale.

Renseignements archéologiques. — La *terre remaniée* a donné :

1° Aiguilles en os du moyen âge ;

2° Charnières en os dits sifflets et meules gallo-romaines ;

3° Ciseaux néolithiques ;

(1) Au-dessus du limon rouge nous avons constaté accidentellement de petites poches de graviers cailloutis supérieurs, base ergeron ?).

4° Belle lame très fine, âge inconnu ;
5° Éclats Levallois du type de Montières ;
6° Grandes lames épaisses de Montières.

Le *limon rouge* a fourni un coup-de-poing à patine blanche.

Les *graviers inférieurs* ont fourni 2 grossiers coups-de-poing du type chelléen.

Sondages École de La Vallée (V. Coupe). — 9 sondages atteignant la craie nous ont permis de faire les observations suivantes et de relever la coupe d'une autre partie de la basse terrasse :

1° Épaisseur du sol tourbeux et de la tourbe $6^m,20$; $7^m,65$; $8^m,20$;
2° Lit de sable blanc, d'épaisseur variable mesurant parfois 2 mètres ;
3° Graviers inférieurs de 2 mètres à 5^m, 20.

Percement d'un puits à l'usine Hunebelle (Note prise sur le plan communiqué par M. Boutmy, architecte.)

L'altitude du sol est à environ 27 mètres.

Excavation, remblai	2^m, 80	
Tuf et tourbe	3^m, 30	
Marne grise vaseuse	1^m, 40	= glaise.
Marne grise à silex.	2^m, 90	graviers inférieurs.
Marne avec plaquettes de grès et silex .	2^m, 43	graviers inférieurs.
TOTAL.	12^m, 83	

Au-dessous vient la craie. Ce puits a été percé à 152 mètres, mais les indications pour les autres couches sont très vagues.

En tenant compte des sondages effectués à l'École de La Vallée, le lit majeur du fleuve serait, au pont de Beauvillé, à l'altitude d'environ 15 mètres ; le niveau actuel de l'eau est à 22^m, 70.

CONCLUSION. — Après l'observation des dépôts quaternaires des différentes extractions de Saint-Acheul et le relevé de nos fouilles et sondages actuels, nous avons l'impression bien nette que les limons qui s'attachent sur le pourtour du plateau sont dus en grande partie à l'érosion et à la désagrégation de couches d'argile, de sables et galets éocènes autrefois en place sur le plateau où ils constituaient une butte tertiaire semblable à celles qui existent encore dans le département : Lihons, Mt Soufflard, Coivrel, etc.

Les phénomènes d'altération chimique ultérieurs (dissolution, suroxydation, végétation) ont ensuite donné à ces limons leur physionomie actuelle.

D'autre part, des torrents temporaires ont dû sillonner les flancs du plateau et charrier des silex arrachés à la craie, de sorte que, dans les graviers, exploités aujourd'hui, il y a, associés ou superposés à des graviers fluviatiles, des cailloutis de silex non fluviatiles, mais de même apparence, transportés par les eaux sauvages et qu'il est difficile de distinguer des premiers.

* * *

Causes d'erreurs dans l'attribution des niveaux stratigraphiques aux industries que renferment les dépôts de la basse terrasse. — A Montières

(basse terrasse), il existe de nombreuses causes d'erreurs dans l'attribution des niveaux stratigraphiques aux différentes industries de la pierre qui gisent dans les dépôts quaternaires.

Lorsque le fleuve charriait les graviers que l'on exploite aujourd'hui dans les ballastières, il se divisait en plusieurs branches reliées entre elles par des chenaux latéraux. Il est arrivé qu'à l'époque des crues, des dépôts anciens ont été fortement ravinés par ces eaux torrentielles. C'est ainsi que nous avons observé maintes fois des poches de ravinement pénétrant dans les graviers inférieurs jusqu'à la craie et remplies de cailloutis supérieurs et d'ergeron sableux.

De même le limon blanc (dit terre à pipe) qui couronne les graviers inférieurs (dépôt d'eau tranquille) et a existé primitivement sur toute la basse terrasse est fréquemment enlevé par des ravinements ultérieurs à son dépôt. Il ne faut donc pas s'étonner de trouver parfois à des niveaux très bas des instruments des niveaux supérieurs. D'autre part, comme les ouvriers font tomber à la pince la paroi de leur carrière, ils ne savent pas exactement le lieu du gisement de leurs trouvailles qu'ils n'aperçoivent qu'en passant leurs cailloux à la vannette. Aussi faut-il contrôler plusieurs fois leurs assertions souvent erronées ou tout au moins fort douteuses.

Les gisements de Chelles et de Cergy sont du même type que Montières.

*
* *

Mode de taille et faune différents aux époques chelléenne et moustérienne dans les gisements de la vallée de la Somme. — A la suite de trouvailles de petits instruments de silex (racloirs et pointes), dans les dépôts renfermant des coups-de-poing, on a parfois voulu assimiler ces petits outils des niveaux inférieurs aux types moustériens proprement dits, d'où l'appellation chelléo-moustérienne pour désigner toute l'industrie paléolithique ancienne.

Après avoir récolté, pendant cinq années consécutives, tout l'outillage complet de silex des différentes assises du quaternaire de la Somme : Saint-Acheul, Montières, etc. (coups-de-poing, nuclei, percuteurs, petits instruments, éclats de débitage, etc.), ainsi que la faune qui accompagne ces débris humains, nous avons observé une différence considérable entre le mode de taille des instruments des niveaux inférieurs et celui des cailloutis supérieurs ainsi que dans la faune (1).

Petits instruments (racloirs, grattoirs, couteaux, etc.), accompagnant coups-de-poing chelléens et acheuléens. — *Industrie des graviers inférieurs* (pré-chelléenne et chelléenne). — Avec les lourds coups-de-poing

(1) V. études précédentes.

et les amandes grossières on trouve bon nombre de petits instruments de différents types :

a) Les uns ont une forme définie : grossiers racloirs et grattoirs épais, perçoirs, coches-grattoirs, couteaux.

b) Mais le plus grand nombre sont amorphes : ce sont des éclats utilisés parfois directement, parfois après une grossière retouche d'accommodation pour abattre une arête gènante. Tous ces petits instruments sont, sauf de rares exceptions, courts, épais, massifs et leurs retouches très frustes.

Tous les débris fauniques que nous avons trouvés jusqu'à ce jour avec ces instruments appartiennent à une faune chaude.

Acheuléen. — Avec les belles limandes acheuléennes, il existe également un petit outillage : couteaux très courts à dos abattu pour la préhension, râcloirs bien retouchés, pas de grattoirs ronds et des éclats diversement utilisés (couper, percer). Les éclats de débitage destinés à l'utilisation deviennent plus longs tout en restant toujours épais. La faune de l'éléphas antiquus existe encore dans l'acheuléen ancien (atelier de taille C. Tellier).

Industrie des cailloutis supérieurs (ergeron). — Les coups-de-poing deviennent rares et finalement disparaissent. Les instruments sont presque tous dérivés d'éclats longs et minces aux faces parallèles ou d'éclats subtriangulaires allongés.

Tandis que les éclats de débitage courts et épais des graviers inférieurs sont en même temps courbes, ceux des cailloutis supérieurs sont beaucoup plus droits, plus longs, plus réguliers. L'ouvrier est devenu maître du silex, il sait le débiter en tranches longues, minces, quoique solides, précurseurs des lames de l'époque du renne.

Il est de toute évidence que la technique n'est plus la même. Les chelléens devaient porter leurs coups obliquement à droite ou à gauche. Les moustériens, après avoir obtenu un plan de frappe, appliquaient leurs coups, d'aplomb sur cette surface et alors la lame se détachait droite, au-dessus du bulbe de percussion, jusqu'à l'extrémité du silex, à moins qu'il ne se rencontrât un nœud. Aussi dans notre région il n'est pas possible de confondre une série de petits instruments et d'éclats de débitage des graviers inférieurs de la terrasse moyenne, d'une série d'instruments des cailloutis supérieurs : forme, patine, taille, retouche, tout diffère. Mais, étant donnée l'évolution de la taille du silex et son perfectionnement à l'époque acheuléenne, les petits instruments de l'acheuléen supérieur (racloirs et pointes) diffèrent souvent fort peu des types moustériens immédiatement supérieurs. La retouche en est fort belle, leur lourdeur relative les en différencie encore cependant. Nous retrouvons ainsi dans nos graviers et limons toutes les transitions entre l'éclat épais accompagnant les lourds coups-de-poing des niveaux inférieurs et la lame mince et longue

de l'époque magdalénienne et il nous semble nécessaire de conserver les termes chelléen, acheuléen et moustérien pour désigner les phases importantes de cette évolution industrielle.

Discussion. — M. Marcel BAUDOUIN. — Pour moi, ce gisement n'est pas *Magdalénien*, mais inférieur à cet étage. En effet, il n'y a pas de burins typiques, pas d'os travaillés, pas trace d'*art*. Les grandes lames rappellent certaine époque d'une période appelée récemment *Aurignacienne*, qui se rapproche du Moustérien supérieur, mais n'est pas non plus l'Aurignacien ancien, typique. J'insiste sur l'intérêt de la trouvaille de M. Commont et sur celui de l'explication donnée pour la formation de la terre à brique.

M. Léon BERTRAND
Chargé de Cours de Géologie à l'Université (Paris),
Collaborateur principal du Service de la Carte géologique de France.

ESQUISSE DE LA STRUCTURE ET DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DES PYRÉNÉES ORIENTALES ET CENTRALES

— 8 août —

Dans un mémoire récemment publié (1), j'ai exposé, avec un certain développement, la conception à laquelle m'ont conduit mes recherches sur la géologie des Pyrénées Orientales et Centrales; je crois utile de dégager ici les conclusions principales de mon étude, renvoyant pour les faits justificatifs au mémoire précité.

I. — Division des Pyrénées Orientales et Centrales en zones longitudinales; caractères stratigraphiques et tectoniques de celles-ci.

Tout d'abord, j'ai montré que l'histoire de la formation des terrains qui se rencontrent dans la partie de la chaîne que j'ai étudiée et en son voisinage s'éclaire beaucoup si l'on y distingue plusieurs zones longitudinales, bien définies par la succession et les faciès des couches qui s'y rencontrent. Par l'ensemble des caractères stratigraphiques et tectoniques, j'ai été amené à distinguer, en partant de la région sous-pyrénéenne septentrionale, les divisions de premier ordre suivantes dans les régions nettement pyrénéennes : une zone nord-pyrénéenne, la large zone primaire centrale, puis la bordure méridionale de cette dernière, où se montrent à nouveau les terrains secondaires et nummulitiques et qui s'étend jusqu'aux plaines de l'Èbre.

La *zone nord-pyrénéenne* est extrêmement intéressante; c'est un pays

(1) *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 118, t. XVII, 183 p., 40 fig. et 5 pl.

de *nappes charriées du sud vers le nord* et chevauchant largement sur la région sous-pyrénéenne. Ces nappes, qui se montrent affectées de replis secondaires déversés vers le nord, résultent principalement du reploiement et de l'empilement, en deux ou trois séries superposées, de la couverture secondaire originelle des terrains primaires de la zone centrale, couverture qui fait aujourd'hui entièrement défaut dans toute la portion septentrionale de cette zone. Des lambeaux des terrains primaires de celle-ci ont d'ailleurs été arrachés à sa partie supérieure et entraînés en même temps que les couches secondaires qui leur étaient superposées, donnant ainsi naissance aux masses et lames primaires, discontinues et de taille très variable, qui se rencontrent dans la zone nord-pyrénéenne, au milieu des terrains secondaires.

Ceux-ci débutent assez fréquemment par la série des calcaires et des schistes liasiques; toutefois, les calcaires liasiques y font, assez souvent, normalement suite à des grès permo-triasiques et à du Trias gypseux et du Rhétien, moins constants qu'eux. Les schistes supérieurs du Lias sont suivis par des dolomies noirâtres, correspondant au Bajocien et au Bathonien. Puis, après une longue interruption dans la sédimentation, mais sans mouvements orogéniques appréciables, se sont déposés : des calcaires à faciès urgonien, qui représentent l'Aptien inférieur; puis des marnes à Orbitolines, alternant souvent avec de nouveaux calcaires zoogènes, de l'Aptien supérieur, et enfin une épaisse série de schistes noirs, qui correspondent à l'Albien et représentent les derniers dépôts formés dans le *géosynclinal nord-pyrénéen*. Cette aire de sédimentation de la première partie des temps secondaires était située principalement sur l'emplacement actuel de la partie septentrionale de la zone primaire centrale, qui se trouve aujourd'hui dépourvue des terrains secondaires qui s'y étaient accumulés, à cause des charriages que j'ai signalés et qui ont ultérieurement entraîné et empilé ces dépôts au nord de leur situation originelle.

La série secondaire nord-pyrénéenne, dont je viens d'indiquer les caractères les plus saillants, diffère essentiellement de celle qu'on observe dans la *région sous-pyrénéenne*. Cette dernière est principalement formée par les couches du Crétacé supérieur et du Nummulitique, reposant le plus souvent sur une série triasique épaisse ou même directement sur les terrains primaires (en particulier sur ceux du massif extra-pyrénéen de Mouthoumet), en sorte que les couches secondaires qui sont les plus développées dans la série nord-pyrénéenne y manquent habituellement. Toutefois, elles n'y font pas entièrement défaut, ce qui est un premier argument montrant que, malgré son caractère charrié, la série secondaire nord-pyrénéenne ne peut être considérée comme exotique et venue de loin.

On peut d'ailleurs différencier en beaucoup de points, entre le front

septentrional de la zone nord-pyrénéenne et la région sous-pyrénéenne proprement dite, une *zone* ou *nappe pré-pyrénéenne*, à caractères stratigraphiques et tectoniques intermédiaires entre ceux des deux régions adjacentes et qui reparaît, en *fenêtres* isolées, au milieu et au-dessous des nappes nord-pyrénéennes. Elle montre, à la fois et en superposition stratigraphique régulière, les couches secondaires de la série nord-pyrénéenne (en particulier les calcaires et marnes aptiens et albiens) et les couches plus élevées du Crétacé sous-pyrénéen, débutant par le Cénomanien. Par suite, il ne peut y avoir de doute qu'originellement et antérieurement aux charriages qui ont superposé anormalement les dépôts du géosynclinal nord-pyrénéen, situé au sud, à ceux du synclinal sous-pyrénéen du Crétacé supérieur, situé plus au nord, ces deux régions étaient toutefois contiguës et que la petite zone pré-pyrénéenne établit une transition ménagée de l'une à l'autre, puisque les dépôts caractéristiques des deux aires en question s'y sont successivement et régulièrement accumulés.

Cette conclusion, qui implique la faible amplitude du déplacement des couches secondaires que nous trouvons actuellement dans les nappes nord-pyrénéennes, est d'accord avec le fait que les couches en question de la plus basse de ces nappes se montrent, en divers points, en situation stratigraphique normale sur les terrains primaires du bord septentrional de la zone centrale. Elle est confirmée par la circonstance que l'on peut facilement restituer l'emplacement initial de certains des lambeaux primaires qui ont été entraînés à la base de ces nappes et situer cet emplacement dans la partie septentrionale de la zone primaire centrale. Elle est aussi corroborée par le fait que, lorsqu'en se dirigeant vers le sud, on recommence à trouver des couches secondaires au-dessus des terrains primaires, elles se montrent déjà différentes; elles présentent une succession et des faciès semblables à ceux qui existent autour du massif sous-pyrénéen de Mouthoumet, avec des intercalations locales, entre le Trias et le Crétacé supérieur, des couches les plus transgressives de la série nord-pyrénéenne. Ceci montre bien que, lorsqu'on arrive à cette *bordure méridionale de la zone primaire centrale*, on a déjà dépassé l'emplacement du géosynclinal où s'était déposée la série secondaire nord-pyrénéenne et qui avait disparu, en grande partie, après la formation des schistes albiens et antérieurement au Cénomanien.

Au bord méridional de la zone primaire centrale, du moins dans les Pyrénées Centrales, se montrent des *chevauchements imbriqués vers le sud*, qui sont profondément enracinés dans les terrains primaires et, par suite, très différents des charriages nord-pyrénéens, qui n'ont affecté que très superficiellement ces terrains, lorsqu'ils ne se sont pas bornés à entraîner leur couverture secondaire. La formation de ces chevauchements locaux vers le sud (qui manquent d'ailleurs à l'extrémité orientale de

la chaîne, où ils sont remplacés par des chevauchements normaux au nord), ainsi que l'origine de la structure en éventail plus ou moins complexe que montre la zone primaire centrale, sont assez difficiles à expliquer. J'ai néanmoins cru devoir formuler l'hypothèse que toutes ces anomalies de la tectonique pyrénéenne peuvent s'expliquer par l'existence, dans le substratum primaire, de *plis anciens* formés vers la fin des temps primaires (et principalement entre le dépôt des schistes autuniens et celui des grès permo-triasiques), qui auraient été normalement déversés vers le sud. Je ne puis résumer ici mes arguments et dois renvoyer, pour cette question encore sujette à revision, à mon mémoire détaillé (*loc. cit.*, p. 148-174).

II. — Esquisse sommaire de l'histoire géologique des Pyrénées Orientales et Centrales.

Aux temps primaires, l'emplacement de la chaîne actuelle était occupé par un géosynclinal pyrénéen, où la sédimentation put se poursuivre jusqu'au Permien inférieur, du moins dans sa partie axiale, tandis que les régions extra-pyrénéennes avoisinantes s'étaient émergées antérieurement au Stéphanien, lors du plissement hercynien habituel à nos régions primaires. Dans toute la série des assises qui s'étendent des gneiss aux schistes dinantiens, je ne crois pas qu'on puisse faire la preuve d'une véritable discordance, d'origine stratigraphique et non mécanique. Le géosynclinal pyrénéen ne fut même qu'assez faiblement affecté par le plissement hercynien normal ou post-dinantien, qui fut si intense dans les autres régions primaires françaises, et le principal mouvement orogénique qui le fit disparaître fut seulement antérieur au dépôt des grès permo-triasiques, qui se montrent transgressifs et discordants sur les divers terrains antérieurs.

D'énormes *masses granitiques* interrompent souvent la continuité des couches primaires et elles ont parfois fait disparaître les plus récentes de celles-ci sur des étendues considérables. Dans bien des points, ces zones de refusion granitique des anciens sédiments se montrent nettement indépendantes des plis anciens et postérieures à ceux-ci ; par contre, on les voit parfois s'allonger manifestement sur l'emplacement du géosynclinal nord-pyrénéen des temps secondaires, et la digestion granitique semble s'être poursuivie, durant la sédimentation qui s'y produisait, dans les terrains primaires antérieurement plissés qui en formaient le substratum.

Les *terrains secondaires nord-pyrénéens* qui se déposèrent dans ce géosynclinal jusqu'à la fin de l'Albien et dont j'ai sommairement indiqué la composition, furent d'ailleurs atteints, dans la partie axiale du géosynclinal en question, par un métamorphisme assez intense, qui, marmorisa sur de grandes étendues les calcaires liasiques et jurassiques et ceux de l'Urgo-

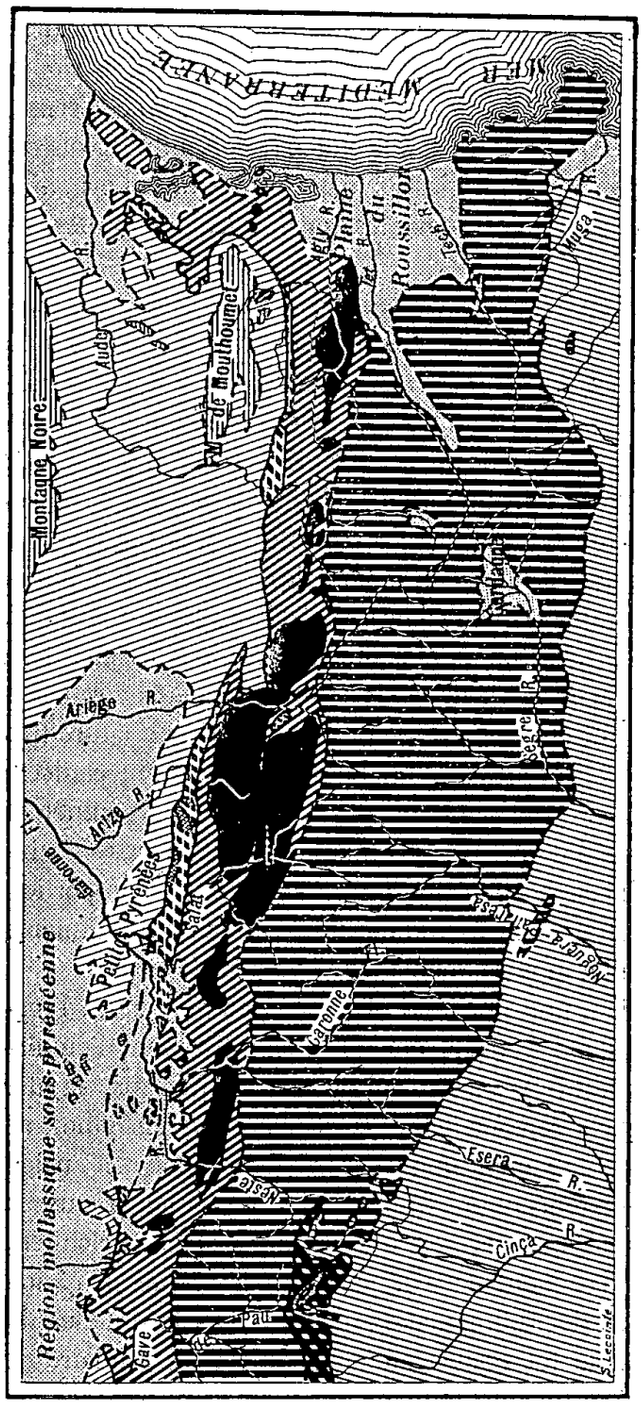
aptien et qui atteignit même parfois aussi les marnes de l'Aptien supérieur et de la base de l'Albien, en les transformant en couches noires durcies, d'un type assez spécial. Ce *métamorphisme des couches secondaires* put même se faire à deux reprises, l'une antérieure au dépôt des calcaires urgo-aptiens, l'autre postérieure, et il semble être lié aux deux périodes de sédimentation éntre lesquelles se partage le dépôt des couches secondaires en question. D'autre part, ce métamorphisme me semble avoir dû être corrélatif de l'ascension de la granitisation dans le substratum primaire et peut-être même, en certains points, dans les couches les plus profondes de la série secondaire.

Si je n'ai pas observé jusqu'ici avec certitude le développement de granite dans les couches secondaires en question, du moins dans les régions que j'ai personnellement étudiées en détail, je n'en considère pas moins sa présence comme possible. D'ailleurs, le développement de nombreux minéraux de métamorphisme dans les calcaires marmorisés se montre souvent accompagné par celui d'amas irréguliers de *roches intrusives très basiques* (lherzolites et certaines ophites) au milieu de ces calcaires. La production de ces roches, qui ne se retrouvent pas en dehors des calcaires en question ni même dans leur substratum primaire, me semble due à la concentration ou à la séparation presque absolue des éléments ferro-magnésiens d'un magma géologiquement lié à la partie supérieure de la zone de refusion granitique. Ce magma aurait été endomorphisé par suite de la nature très calcaire des couches secondaires atteintes et, en outre, par un mécanisme qui reste à préciser, il aurait perdu la plupart de ses éléments fumerolliens (1), qui ont développé les nombreux minéraux des calcaires encaissants et parfois chargé ces couches métamorphiques d'une forte proportion d'alcalis, nécessairement étrangers à la composition normale des sédiments métamorphisés, ainsi que l'a montré depuis longtemps M. Lacroix.

Au début du Cénomanien, une nouvelle phase orogénique, dont l'importance est d'ailleurs difficile à fixer, émergea définitivement l'emplacement du géosynclinal nord-pyrénéen ; sur le versant français, la mer fut rejetée vers l'avant-pays septentrional (région sous-pyrénéenne), en conservant toutefois momentanément une assez faible partie de son ancien emplacement (zone pré-pyrénéenne). Durant le Crétacé supérieur, la transgression vers le nord s'accentua, avec un maximum au Maëstrichtien, suivi d'un important déplacement dans la partie orientale de la région sous-pyrénéenne, où l'aire de sédimentation des couches terminales du Crétacé et du Nummulitique fut rejetée au nord du massif primaire de Mouthoumet, qui avait été jusqu'alors réuni en une même aire continentale

(1) C'est-à-dire des éléments chimiques (alcalis, alumine, partie de la silice, etc.), qui concourent à la formation des *éléments blancs* habituels des roches éruptives (quartz, feldspaths, etc.), dont les roches basiques en question sont, en grande partie et même totalement, dépourvues.

avec la Montagne-Noire et, au contraire, séparé des régions pyrénéennes émergées. A dater de ce moment, les relations de ce massif de Mouthoué



met ou des Corbières furent inversées ; il fut séparé de la Montagne-Noire par une aire de sédimentation lagunaire, puis momentanément marine, et, par contre, définitivement lié au sort de la grande aire anticlinale pyré-

néenne, qui s'était constituée à partir du Cénomanien et dont il avait été séparé jusque-là.

Tandis que vers le nord, la mer du Crétacé supérieur tendait à s'éloigner, de cette aire anticlinale, par contre, celle-ci fut atteinte, en sa bordure méridionale, par une transgression graduelle des couches terminales du Crétacé, qui présenta encore un maximum d'accentuation au Maëstrichtien. Mais cette transgression, venue du sud, respecta la plus grande partie de l'emplacement de la zone primaire centrale et n'arriva pas à reconquérir l'ancien domaine du géosynclinal nord-pyrénéen. Il est intéressant, en tous cas, de constater que cette transgression du Crétacé supérieur ne se fit nullement d'une façon symétrique par rapport à l'aire pyrénéenne émergée.

Vers la fin du Lutétien, on retrouve la trace d'une nouvelle phase orogénique dans le début de la formation de poudingues très épais sur les deux côtés des Pyrénées. Pour ceux du versant septentrional (poudingues de Palassou), la grande majorité des éléments sont empruntés aux couches secondaires et notamment au Crétacé supérieur, tandis que les matériaux primaires y sont peu abondants. Ce fait me semble indiquer l'existence de mouvements importants sur le bord septentrional de la chaîne, et il me paraît probable que c'est alors que put commencer la formation des nappes charriées de ce bord septentrional. En tous cas, la production de celles-ci ne se termina qu'après la fin de la formation des poudingues en question; en effet, ceux-ci furent recouverts, en certains points, par des masses importantes de Trias, charrié à la base de la nappe pré-pyrénéenne, qui refoulait devant elle la ride, encore importante et parfois déversée vers le nord, qui donna naissance aux Petites-Pyrénées, aux dépens des couches nummulitiques les plus récentes et aussi des poudingues de Palassou de la région sous-pyrénéenne.

Il me semble d'ailleurs que c'est de la fin du Stampien que peut être approximativement datée la fin de la formation des nappes charriées qui se sont empilées, en venant du sud, sur la partie méridionale de la région sous-pyrénéenne. En effet, les mollasses aquitaniennes des environs de Pamiers sont restées sensiblement horizontales, au voisinage immédiat de points où le relèvement ou parfois un renversement appréciable des poudingues de Palassou traduit la répercussion des mouvements tangentiels en question. D'autre part, dans les Corbières Orientales, les dépôts aquitaniens et même ceux du Stampien supérieur se sont faits dans des dépressions situées au milieu des nappes nord-pyrénéennes; la formation de celles-ci est certainement, là, antérieure à ces dépôts oligocènes supérieurs et, d'autre part, postérieure à la formation des couches nummulitiques marines de la région des Corbières, qui ont été recouvertes par les nappes en question. En outre, celles-ci devaient très probablement, vers l'est, se

poursuivre jusqu'en Provence et se relier aux nappes qui y ont été reconnues; or, cette continuité originelle probable des nappes pyrénéennes des Corbières avec celles de la Basse-Provence avait été déjà interrompue par la pénétration de la Méditerranée aquitanienne jusque sur la côte provençale et jusqu'aux environs de Montpellier, sinon même jusque dans la vallée inférieure du Rhône, qui fut, en tout cas, largement envahie au début du Miocène.

La concordance de ces faits me parait justifier la conclusion que la phase orogénique principale des Pyrénées, celle qui fut accompagnée des importants phénomènes de charriage que j'ai fait connaitre, se faisait pendant que s'accumulaient, sur l'emplacement des Alpes, les dépôts du grand géosynclinal nummulitique, et qu'elle acheva de donner naissance au relief de la chaîne pyrénéo-provençale (sauf quelques mouvements postérieurs et d'importance secondaire) au moment où le premier grand mouvement orogénique tertiaire des Alpes commençait à préparer leur relief, qui allait s'accentuer et se compliquer durant les temps néogènes. Lorsqu'on compare, d'ailleurs, les divers épisodes de la formation des Alpes et de la chaine pyrénéo-provençale, on constate que, bien qu'elles appartiennent à la même grande zone de plissement de l'écorce terrestre, leur histoire n'est pas synchronique : elles se sont constituées par une série de phases orogéniques à peu près comparables dans leurs effets, au degré de complication près, mais ces phases tectoniques analogues n'ont pas été contemporaines. Si, en se bornant aux mouvements post-primaires, l'on cherche à les paralléliser quant à leur importance dans la formation de la chaîne correspondante, on constate qu'il faut vieillir notablement celles qui ont été reconnues dans les Alpes pour retrouver leurs analogues dans les Pyrénées.

Discussion. — A propos cette communication, M. Mengaud donne connaissance de quelques faits qu'il a observés sur le terrain dans ses courses de 1907 pour le service de la carte géologique de France (feuille de Foix).

Sur la bordure nord du massif des Trois-Seigneurs, le granite de ce massif coupe obliquement l'ensemble des couches secondaires du bassin de Rabat-Saurat. Dans la dépression qui sépare les Trois-Seigneurs du massif primaire situé au nord (massif de l'Arize de M. Léon Bertrand), et où passe la route du Col de Port, on trouve pincés des lambeaux de secondaire (Tailladel, Col de Port) dont une partie des couches est amincie, froissée, écrasée.

En un point même, on voit affleurer, sur un petit espace, des schistes carburés du Silurien supérieur.

On peut observer aussi quelques lambeaux de secondaire entre le Col de Port et Massat de la Roqueille.

Enfin, à l'ouest de Massat, on peut voir les couches crétacées (représentées par des grès, avec intercalations d'argiles schisteuses), recouvertes par les schistes noirs du Silurien supérieur.

Tous ces détails viennent à l'appui de l'interprétation de M. Léon Bertrand qui

voit dans le massif des Trois-Seigneurs et le massif de l'Arize — pour me borner à ces deux exemples — des masses charriées. La présence des lambeaux isolés de terrains secondaires au milieu du granite ou de schistes primaires, leur irrégularité et les traces de compression mécanique qu'ils portent visiblement me paraissent difficiles à expliquer si l'on écarte tout d'abord l'hypothèse d'un charriage.

M. A. DE GROSSOUVRE

Ingénieur en chef des Mines (Bourges).

SUR LES SABLES GRANITIQUES

— 7 août —

On donne le nom de sables granitiques à ceux qui résultent de la dissociation des roches granitiques : ils sont donc composés essentiellement de grains de quartz et de feldspath ; consolidés en grès, ils donnent naissance à la roche que l'on a appelée arkose et dont l'arkose infraliasique peut être considérée comme le type le plus connu.

Les feldspaths se transformant assez facilement sous les influences météoriques en argiles kaoliniques, on a étendu le nom de sables granitiques aux sables quartzeux mélangés à des argiles kaoliniques et même à des argiles blanches assimilées avec plus ou moins de raison à du kaolin ; je considère cette extension comme pouvant donner lieu à confusion et je crois préférable de l'écarter.

On est allé plus loin et il s'est trouvé des géologues qui ont employé le nom de sables granitiques pour des sables purement quartzeux, probablement parce qu'ils considéraient ceux-ci comme le résidu ultime de la trituration et du lavage des arènes granitiques. Prise dans une acception aussi étendue, cette expression ne correspond plus à rien de précis. Pour éviter toute hésitation, il convient, à mon avis, de la restreindre aux sables composés uniquement d'éléments quartzeux et feldspathiques, en proportion à peu près comparable.

Même pris dans ce sens restreint, ces sables n'appartiennent à aucun horizon géologique bien défini : il y a des sables granitiques et des arkoses à tous les niveaux de la série sédimentaire ; il y en a de carbonifères, de permiens, de secondaires, de tertiaires, de quaternaires et même de l'époque actuelle et, parmi ces derniers, ont peut citer les alluvions des vallées de la Loire et de l'Allier.

Si ces sables manquent de fossiles, ce qui arrive le plus souvent, ou s'ils ne sont pas nettement intercalés au milieu de couches dont la posi-

tion soit bien établie, rien ne sera plus difficile que de préciser exactement leur âge.

Souvent même, il sera fort malaisé de distinguer, l'un de l'autre, deux dépôts voisins appartenant cependant à des horizons différents ; il faudra alors analyser avec soin tous les caractères capables de donner quelques indications à cet égard ; examiner si les grains de l'un sont d'un calibre supérieur à ceux de l'autre ; si les uns sont anguleux, tandis que les autres sont arrondis ; si les uns sont absolument purs, c'est-à-dire exclusivement quartzeux et feldspathiques, et si les autres ne renferment pas des éléments étrangers. Faute de ces observations minutieuses, on a été souvent conduit à assimiler des dépôts qu'une étude plus complète aurait permis de séparer.

Les environs de Clermont-Ferrand nous offrent un bon type de sables granitiques ; on les observe en particulier au sommet des Côtes, où ils se développent entre les altitudes 550 mètres à 600 mètres, sous un recouvrement basaltique ; M. Giraud (1) les a désignés sous le nom de sables feldspathiques. Ils forment une masse homogène, dépourvue de stratification, à ciment argileux plus ou moins abondant, de couleur rouge clair, contenant avec des grains de quartz une extrême abondance de cristaux laiteux de feldspath qui, de loin, sur les affleurements, font croire à une faible couche de grêlons. Ces cristaux fragmentés ont leurs arêtes à peine ou pas émoussées.

Cet aspect des affleurements des sables des Côtes de Clermont m'a rappelé d'une manière frappante certains sols de la Sologne.

M. Giraud rattache ces sables au début du Miocène, en raison de leur allure transgressive par rapport aux couches oligocènes, indication qui n'a pas au fond une grande valeur démonstrative. Ils seraient ainsi du même âge que les sables granitiques de la Sologne.

Ces derniers ont souvent la même composition que ceux des environs de Clermont ; ils sont :

« Exclusivement quartzeux et feldspathiques, peu roulés, régulièrement calibrés, parfois un peu grossiers, sans arriver à être graveleux (2) ».

Par suite de ces analogies, on serait tenté de considérer les sables granitiques de la Limagne comme l'origine de ceux de la Sologne, mais cette hypothèse ne me paraît guère acceptable pour divers motifs.

Le premier, c'est qu'il n'y a pas continuité des uns aux autres ; les sables granitiques de la Limagne ne dépassent guère Clermont-Ferrand vers le nord et de là, dans la vallée de l'Allier puis dans celle de la Loire, jusqu'en aval de Gien, on ne retrouve rien d'analogue. Les sables que l'on y observe ne sont plus de forme anguleuse : ils sont bien arrondis, de grosseur irré-

(1) 1902. — Jean Giraud, *Études géologiques sur la Limagne*, p. 259.

(2) 1893. — Gauchery et Dollfus, *Essai sur la géologie de la Sologne*, pp. 4, 5 et 6.

gulière, beaucoup plus volumineux que ceux des Côtes et toujours mélangés de galets de roches variées.

Il est vrai que l'on pourrait attribuer cette lacune à des érosions postérieures ; mais un autre motif vient corroborer le précédent, c'est que les sables granitiques de la Sologne sont anguleux comme ceux des Côtes et de même grosseur qu'eux, ce qui n'est guère d'accord avec l'hypothèse d'une origine commune : il n'est pas admissible, en effet, qu'après avoir été roulés sur plus de deux cent kilomètres, ces sables n'aient subi aucune usure.

La lacune que je viens de signaler est occupée en partie par une formation sableuse qui se développe sur une vaste surface, entre l'Allier et la Loire, constituant ce que l'on appelle la Sologne bourbonnaise. J'avais étudié succinctement ce terrain en 1886 (1). La nappe qu'il forme atteint, en certains points, une épaisseur d'une quarantaine de mètres ; elle renferme une couche de glaise gris-jaunâtre que les travaux d'étude de la rigole navigable de Sancoins à Moulins, ont permis de suivre avec une régularité remarquable. D'après les renseignements que j'ai recueillis pour divers puits de localités situées soit à l'est, soit à l'ouest de la vallée de l'Allier, on y aurait toujours retrouvé une couche argileuse à des profondeurs atteignant parfois 30 mètres. Le dépôt sableux est à grains très irréguliers formés d'éléments quartzeux et feldspathiques ; c'est donc un vrai sable granitique, mais il renferme, en outre, de nombreux galets de roches variées qui ont jusqu'à 1 et 2 décimètres de diamètre. Parmi ces galets, les plus remarquables sont à patine noire ; leur cassure est d'ordinaire brun jaunâtre et montre parfois des empreintes de fossiles : ce sont des chailles jurassiques.

Par ces divers caractères, ce dépôt sableux se rattache à celui qui, près de Clermont, à Chanturgue et au Puy-du-Var, se trouve intercalé entre deux nappes basaltiques dont l'inférieure repose sur les sables granitiques, dont j'ai parlé précédemment.

Une heureuse découverte, due à M. Bertrand, conservateur du Musée de Moulins, a permis de fixer l'âge de ce dépôt sableux à chailles ; à Givreuil, au sud de Moulins, un lambeau de ce terrain, conservé dans une poche de calcaire oligocène, a fourni une faune de Mammifères d'âge miocène (Burdigalien supérieur ou même Helvétien), comme l'ont montré les études de MM. Stehlin et Glangeaud.

Il resterait à déterminer exactement les limites actuelles de ce terrain et à rechercher quelle a pu être son extension originelle.

Vers le nord, nous ne croyons pas qu'il dépasse beaucoup La Guerche ; des dépôts sableux de composition analogue se retrouvent, il est vrai, plus en aval, mais ils ne forment que des placages de faible épaisseur et nous

(1) 1886. — A. de Grossouvre, *Étude sur les gisements de minerai de fer du centre de la France Annales des Mines.)*

paraissent provenir d'un remaniement postérieur des sables à chailles de la Sologne bourbonnaise.

D'autre part, nous connaissons, en divers points des plateaux du Berry, de petits lambeaux sableux avec galets de roches variées de même nature que les précédents. Doit-on considérer les uns et les autres comme les débris d'une nappe unique? Doit-on y rattacher les dépôts de composition analogue, avec galets basaltiques, que j'ai signalés sur les points culminants de la Sologne? S'il en était ainsi, la nappe de galets miocène aurait eu une extension énorme. Il faudra probablement encore bien des études et bien des recherches pour répondre à ces questions, si même elles sont susceptibles de recevoir une réponse définitive.

MM. G. RAMOND
Assistant,
Paul COMBES Fils et Maurice MORIN
Attachés
au Muséum National d'Histoire Naturelle

ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS PARIS ET SA BANLIEUE

V

NOTE SUR LE GÎTE FOSSILIFÈRE DU GUESPEL (1)

La première notion vraiment scientifique que l'on ait eue du gîte du Guespel (Guespelle ou Guépelle), parait avoir été donnée par CUVIER et BRONGNIART dans leur *Description géologique des environs de Paris*; voici en quels termes : **(I)** (Voir l'*Index*) (2).

« ...Le calcaire se trouve à GUESPEL, presque à la surface du sol ; il renferme un grand nombre d'espèces qui sont presque toutes semblables à celles qu'on connait à Grignon. Cependant, on doit remarquer qu'on voit à Guespelle beaucoup de cérites et peu d'orbitolites; que ce lieu manque de la plupart des espèces communes dans les couches inférieures du calcaire ; qu'il n'y a point de fer chloriteux ; et qu'enfin cette couche a, par la présence de son sable siliceux et par la nature des espèces de coquilles qu'il renferme, encore plus de rapport avec la couche de Pierrelaie ou Beauchamp, c'est-à-dire avec les assises supérieures du calcaire marin, qu'avec celles de Grignon, qui appartiennent aux assises moyennes et inférieures. Cette analogie est telle, que l'énumération que nous avons donnée des coquilles de Pierrelaie peut convenir parfaitement à celles de Guespelle... »

(1) Gisement célèbre, situé près de l'ancienne ferme dite du *Guespel, Guespelle* ou *Guépel*, sur le territoire de la commune de *Saint-Witz* (Seine-et-Oise).

(2) Ces chiffres romains gras **(XIII)** renvoient à l'*Index* ci-après.

— Il faut sauter jusqu'à 1844, avec SÉNARMONT **(II)**, pour avoir de nouvelles notions sur le Guespel ; voici ce qu'en dit cet auteur :

« ...Les affleurements des sables moyens bordent de toutes parts la plaine comprise entre les vallées de la Viosne et du Sausseron. Ils suivent les contours du plateau borné au Nord et à l'Est par celles de l'Oise et de la Thève ; ils

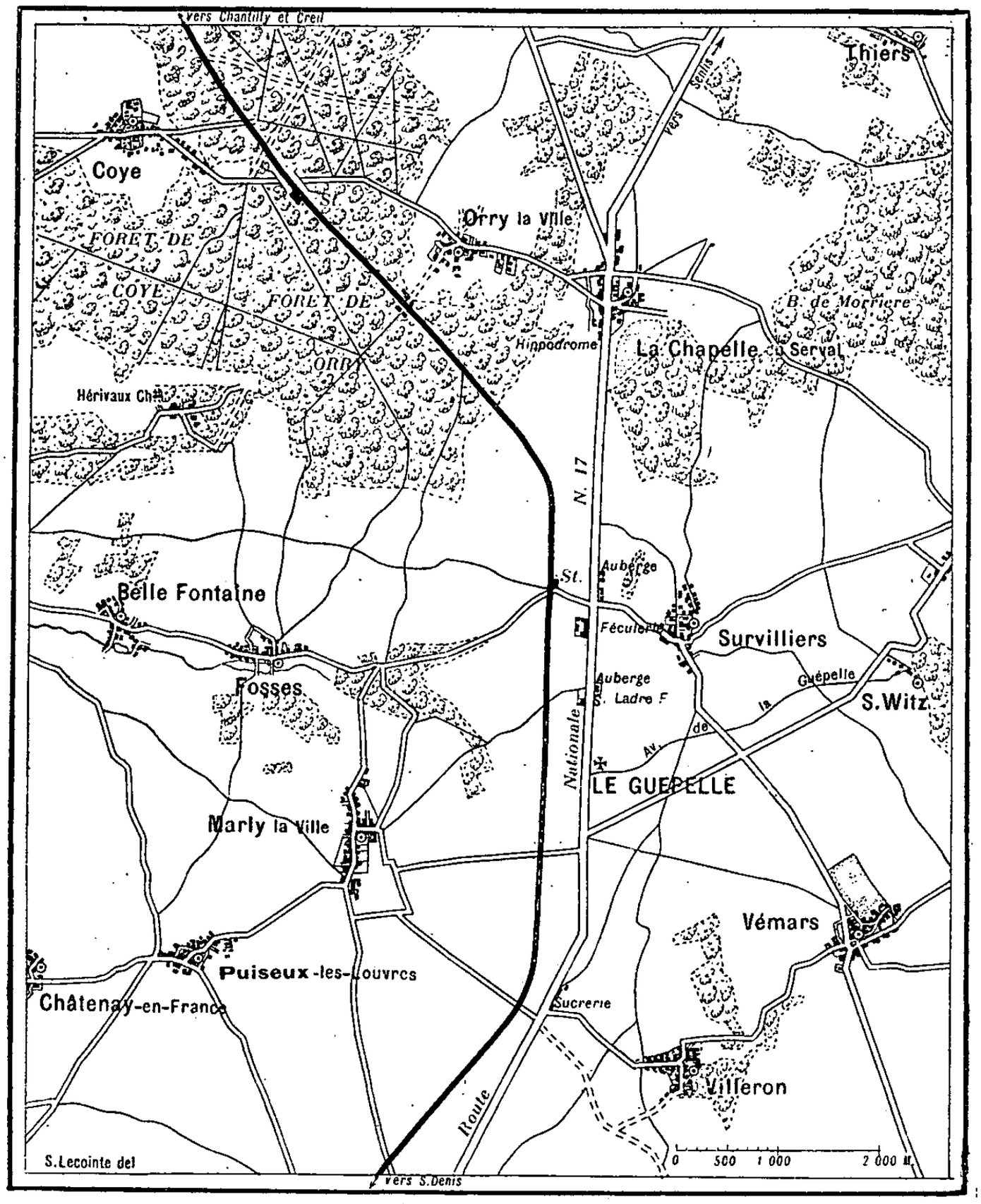


FIG. 1. — Situation géographique du gîte de Guespel.

remontent jusqu'à la naissance des petits affluents de ces deux rivières, et paraissent au fond de plusieurs vallons qui prennent une autre direction, mais entament à une certaine profondeur la surface du plateau compris entre Luzarches, Louvres et Écouen.

» Cette couche augmente d'épaisseur vers le Nord-Est, de sorte que sa puissance

qui, dans tout le canton de Marines, ne dépasse guère 12 mètres, en atteint 25 et 30 autour de Beaumont-sur-Oise, de Luzarches et de *Survilliers* (1). La position de cette assise puissante et ébouleuse est toujours facile à reconnaitre au-dessous du calcaire d'eau douce qui le recouvre.

» Les sables sont presque toujours coquilliers à leur partie supérieure (Mézières, Vallangoujard, GUESPELLE, etc.). Ils renferment aussi des grès très durs et très propres à la fabrication des pavés, et qui sont exploités pour cet usage, dans un grand nombre de localités (*Survilliers*, le Plessis-Bellois, Maffliers, Ronquerolles, etc.) ; ces grès sont quelquefois calcaires et *fournissent une espèce de pierre de taille* [Bois d'Argenteuil, près *Villeron* (1)].

» On trouve, au milieu de ces sables, quelques galets de silex gris, mais en bien moins grande quantité que dans le canton de Marines... »

Il semble résulter de ce texte, que Sénarmont place le gîte coquillier du Guespel à la partie supérieure des Sables moyens.

Le grès calcaire exploité au Bois d'Argenteuil, près Villeron, serait, sans doute, le même banc que celui appelé *Bon Bénard* dans la tranchée de Marly-la-Ville [chemin de fer du Nord, ligne de Chantilly **(XVII)**]. Mais ce point serait à vérifier sur place.

GOUBERT **(III** et **IV)** signale *l'inépuisable petite tranchée de la ferme du* GUESPELLE, comme appartenant au niveau inférieur de l'horizon moyen (soit le n° 15 de la coupe du chemin de Lizy-sur-Ourcq à Congis (Seine-et-Oise).

Il cite divers exemples du « développement local d'espèces assez rares relativement ailleurs » :

Exemples : *Ostrea cubitus, Ancilla glandina, Cerit, Bouei*, au Guespel, à la base du niveau moyen ; — *Cytherea distans*, pinces de *Crustacés*, etc.

DESHAYES **(IV** *bis***)** rappelle que les *Sables moyens* du Tertiaire parisien se divisent en trois étages, l'un inférieur : Auvers, Valmondois, Mary, Betz ; l'autre *moyen* : le GUÉPELLE, Ermenonville ; le troisième supérieur : La Chapelle-en-Serval, Saint-Sulpice et Ducy.

MUNIER-CHALMAS qui fit de fructueuses fouilles au Guépelle, décrivit, en 1862, une nouvelle *Scissurelle* recueillie dans ce gisement **(V)**.

En 1879, M. G.-F. DOLLFUS **(VI)** donnait la coupe :

	Limon.	0m,30 à 1 mètre.
	Limon argileux.	0m,20 à 0m,40.
N° 6.	— Sables jaunes, passant au suivant.	0m,20 à 0m,050.
— 5.	— Sables gréseux, sans fossiles	0m,30.
— 4.	— Sables noirs, ligniteux.	0m,20.
— 3.	— Sables jaunes, blancs ou verdâtres, stratifiés, avec blocs mamelonnés, sans fossiles ; quelques galets.	4 mètres.
— 2.	— Sables verdâtres, fossiles rares	0m,30 à 0m,60.
— 1.	— Calcaire gréseux, fossilifère, visible sur	1m,20.

C'est, dans cette coupe, *le n° 1* qui est le *niveau* typique *du Guespel*.

(1) Les communes de Survilliers, de Villeron et de Saint-Witz sont limitrophes.

M. G.-F. Dollfus avait tout d'abord soutenu **(VI)** que l'horizon *du Guespel* était supérieur à celui *de Beauchamp* ; puis il est revenu sur cette opinion.

Cet auteur n'indiquait qu'une zone fossilifère au Guespel, tandis que M. L. Carez en avait vu trois **(VII)** :

Inférieure : Zone du Guespel proprement dite.
Moyenne : Plus de 60 espèces.
Supérieure : Banc de grès (Horizon dit « de Mortefontaine »).

Voici d'ailleurs la coupe détaillée du Guespel *(fide* Carez) :

N° 10.	— Terre végétale	0m,30.
— 9.	— Limons, avec petits galets anguleux, de grès et de meulières.	0m,90.
— 8.	— Grès siliceux, dur, avec empreintes de fossiles : *Natica parisiensis, Cerithium tricarinatum, Fusus polygonus, Avicula Defrancei, Corbula angulata, Cerithium pleurotomoides*, etc.	0m,15 à 0m,20.
— 6.	— Sables argileux, gris, avec taches rougeâtres. .	0m,28.
— 5.	— Sable gris, fin, fossilifères (niveau *de Beauchamp*)	0m,60.
— 4.	— Sable blanc-sale	4 mètres.
— 3.	— Calcaire siliceux, tendre, pétri de fossiles marins et terrestres. *(Cyclost. mumia)*	0m,40.
— 2.	— Sables jaunes, à fossiles nombreux (*Fusus scalaris, Conus* sp., etc.).	0m,06.
— 1.	— Sables et grès à fossiles moins nombreux (*Delph. lima, Tellina rostralis*, etc.).	1 mètre.

Le banc de grès de la partie supérieure serait, d'après cette coupe, la zone *de Mortefontaine* (et non celle *de Beauchamp*, *fide* Dollfus).

Il y aurait une grande lacune (ni *Ducy*, ni zone à *Bayania*), contrairement à ce qui existe dans la tranchée de Marly-la-Ville **(XVII)**.

En 1880, M. Dollfus a donné la coupe suivante **(VIII)** :

Coupe 16. — Saint-Witz. — Le Guespel (calcaire de Saint-Ouen, au-dessous de la cote 146).

Nos 11.	— Limon épais et blocaux.	1m,70
— 10.	— Calcaire blanc dur, réglé.	0m,15
— 9.	— Calcaire marneux, blanc.	0m,20
— 8.	— Filet vert.	0m,02
— 7.	— Marne calcareuse, blanche	0m,15
— 6.	— Filet vert.	0m,02
— 5.	— Marne calcareuse, blanche	0m,15
— 4.	— Filet argileux, vert.	0m,03
— 3.	— Marne blanche à *Bithinies*.	0m,15
— 2.	— Filet argileux, vert.	0m,02
— 1.	— Calcaire très fragile, blanc, sans fossiles, orné de nombreuses panachures vertes. .	1m,00

Dans une seconde réponse à M. Dollfus, M. Carez persiste à considérer

la carrière du Guespel comme offrant des représentants de trois niveaux fossilifères distincts **(IX)** :

Celui dit *du Guespel*, à la base ;

— *de Beauchamp*, à la partie moyenne ;

— *de Mortefontaine* (cordon de grès).

Dans sa *Géologie des Environs de Paris* **(X)**, M. Stanislas MEUNIER cite le gisement de la manière suivante (à l'*Index*, p. 459) :



FIG. 2.
Cardilia Michelini Desh.

Le Guespelle (route de Senlis). Sables moyens.
Cardilia Michelini Desh. *(fig. 2)*.
Lucina Ermenonvillensis d'Orb.
Lucina Rigaultiana Desh.
Dentalium Defrancei Desh.

En 1882, il décrit complètement ce gisement **(XI)** :

« Au GUESPELLE, le sable est à un certain niveau, agglutiné en grès ; grès et sables sont également criblés de coquilles fossiles, d'une conservation telle que, non seulement l'émail a gardé son éclat, mais qu'on retrouve encore parfois des vestiges de la coloration primitive.

» La coupe est bonne aussi au point de vue stratigraphique.

» Sur la plus grande partie de la hauteur, elle présente les sables, mais, vers le haut, elle présente divers accidents. D'abord se montre une couche un peu marneuse où sont couchés des débris de troncs d'arbres silicifiés, atteignant parfois plus de 1 mètre de long. Les fibres et les nœuds du bois y sont si bien conservés qu'on y reconnaît aisément la structure caractéristique des conifères. Dans les vides, le quartz a cristallisé en géodes, et c'est un motif d'étonnement et de suppositions jusqu'ici privé de preuves, que la production de ce cristal de roche dans des conditions de pression et de température semblables à celles où n'ont cessé de rester les couches qui nous occupent.

» Plus haut que la couche à troncs d'arbres se montrent d'innombrables galets de calcaire *de Saint-Ouen* que la charrue ramène constamment dans la terre végétale de toute la plaine, et qui présente aujourd'hui le seul vestige d'une assise naguère puissante, détruite par dénudation atmosphérique.

» C'est sur le *Saint-Ouen remanié* qu'on marche *depuis le Guespelle* jusqu'à Montmélian.... ».

A. DE LAPPARENT, dans sa *Géologie en Chemin de fer* [*Description géologique du Bassin parisien, — de Paris à Creil*, p. 279], dit à la page 281 **(XII)** :

« ..... Au delà (de la station de Louvres) vient une tranchée (gazonnée) très profonde, couronnée par le limon, où la voie s'élève jusqu'à 123 mètres (d'altitude) et dont les talus laissent voir plusieurs blocs durs de *grès de Beauchamp* (tranchée de Marly-la-Ville). A la sortie, une dépression momentanée permet d'apercevoir (à droite), tout contre la grande route, *l'ancienne sablonnière du* GUESPELLE, longtemps célèbre par sa richesse en fossiles de ce niveau. Des ajoncs et des genêts en signalent de loin l'emplacement.... ».

Parmi les autres publications relatives au *Guespel* nous signalerons le passage suivant publié dans le *Bulletin de la « Géologist's Association »* **(XIII)** :

« ..... *The junction with the* Calcaire grossier *(and the* Sables moyens*) is well is shown in the Méry section and the neighbourhood of* LE GUÉPELLE.

» *At the last-mentioned locality, also, the three horizons of the* Sables moyens *are well developed.*

» *General section at* Le Guépelle *(near Survilliers).*

Upper.	*Clay beds.* *Tabular sandstones with Pot. tricarinatus, P. pleurotomoides, P. Cordieri and Avic. Defrancei* (Mortefontaine).
Middle.	*Sands without fossils.* *Sands with Cer. tuberculosum, C. mutabile, etc.* [*Horizon of* Beauchamp].
Lower.	*Calcareous sands, very fossiliferous, with Ampullina parisiensis, Calliomphalus monoliferum, Sycum bulbiforme, Volutilithes labrella, Potamides Bouei, Bayania lactea, Cardita sulcata, Corbula gallica and Calianassa sp.* [*Horizon of* Auvers].

» *The Upper* Calcaire grossier *in seen in the railway cutting near by* (Tranchées de Saint-Witz et de Survilliers).... ».

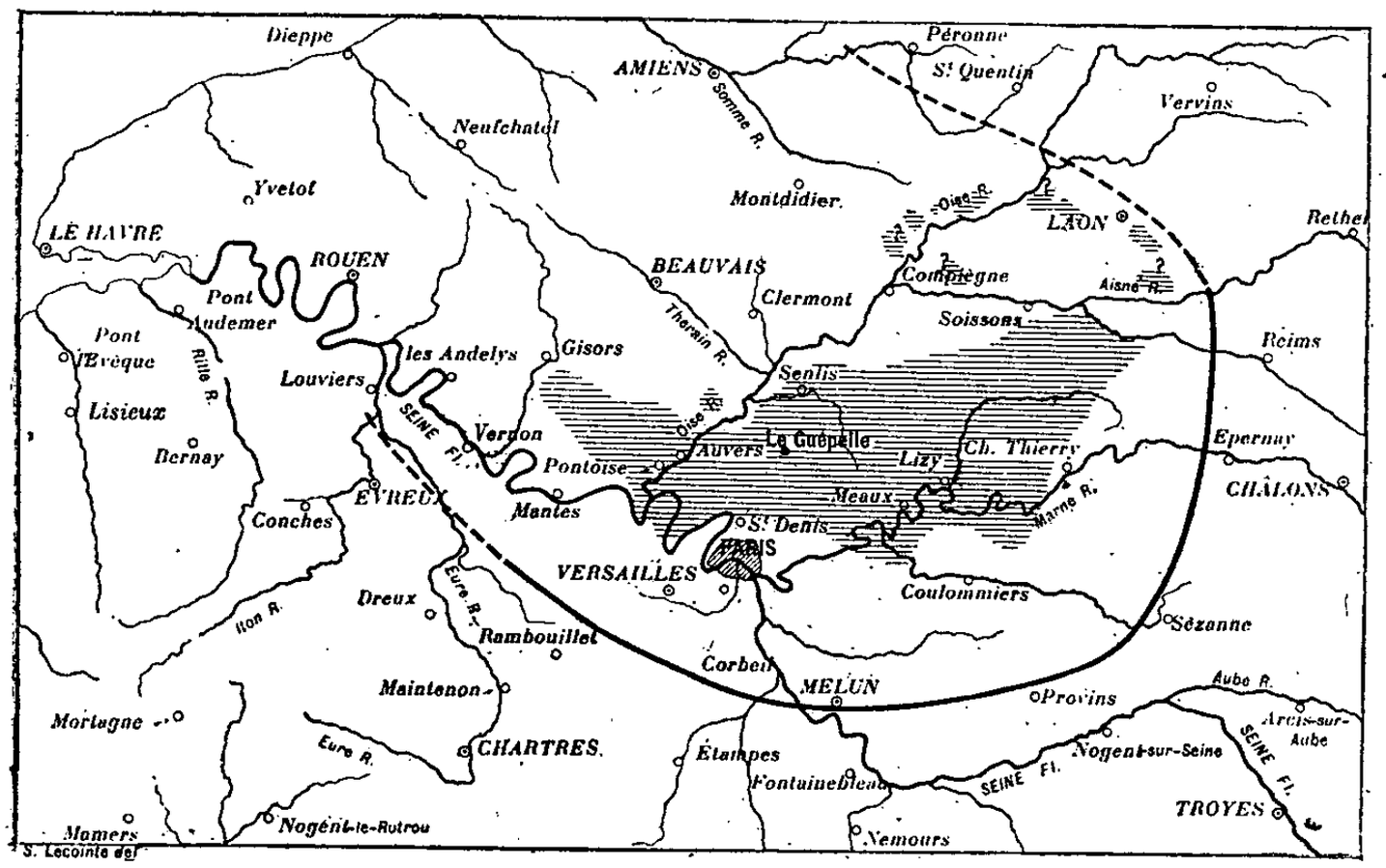


Fig. 3. — Extension des « *Sables* parisiens *moyens* ». (Les hachures indiquent le *faciès d'Auvers*).

Voici un passage extrait d'une Note récente **(XIV)**, relatif au gîte dont il s'agit :

« ... à droite de la route de Paris à Senlis, entre Louvres et Survilliers, juste en face de la borne $29^{km},500$.

» Fouillé depuis longtemps et mis à contribution pour l'amendement des terres, *ce gisement a beaucoup perdu de son importance*; de plus, l'*état d'abandon* dans lequel il se trouve a permis à une vigoureuse végétation d'en dissimuler la place. En effet, sur les parois de la coupe, croissent en abondance des genêts, des chardons et même des sapins; une herbe haute et serrée en tapisse le fond... »,

Enfin, tout récemment, M. J. Boussac **(XV)** écrivait :

Les gisements du Guespel, de Ver, etc., appartiennent aux *Sables moyens* et contiennent des échantillons identiques à ceux de Crépy-en-Valois; c'est une

mutation du *Pot. tricarinatus* Lmk., *mut. crispiacensis* Bouss. (de Crépy-en-Valois).

Nous intercalons ici, le tableau de classification des *Sables moyens* et calcaires superposés ainsi que la Carte de l'extension géographique de ces formations, d'après M. G.-F. Dollfus (*fig. 3*, p. 481).

COMPOSITION DE L'ÉTAGE *BARTONIEN* (MAYER-EYMAR, 1857);

sens-étendu par Munier-Chalmas et de Lapparent, 1893.

SÉRIES	
MARINE	LACUSTRE
Marnes à Pholadomyes.	Troisième masse du gypse et ses marnes.
Sables marins de Marines, de Cresnes et d'Argenteuil.	Calcaire lacustre de Noisy-le-Sec (G.-F.-Dollfus) ou du Bois du Mulot (Munier-Chalmas).
Sables marins de Montagny.	Calcaire supérieur de Saint-Ouen.
Sables marins de Mortefontaine.	Calcaire inférieur de Saint-Ouen.
Sables marins inférieurs : Zone d'Ézanville proprement dite. — de Beauchamp. — d'Ermenonville. — du Guépelle. — d'Auvers. — du Mont-Saint-Martin (M. Ch.) (cet horizon n'existe que sur quelques points isolés).	Calcaire de Ducy.

L'historique qui précède montre que le gisement classique du Guespel a donné lieu à de nombreuses descriptions et à de non moins nombreuses interprétations.

Grâce à la subvention qui nous a été accordée par l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, nous avons pu effectuer quelques fouilles (1907-1908) *(fig. 4)*. La coupe pratiquée dans le talus (et dont le croquis est ci-joint), complétée par les sondages exécutés dans le sol de la carrière, nous a fourni, de bas en haut (*fig. 5*, p. 484) :

1° Le sommet des sables considérés comme représentant la zone d'Auvers, avec fossiles rares et à *faciès* non charrié ;

2° Des niveaux peu fossilifères jusqu'à la zone typique *du Guespel ;*

3° Cette zone, constituée à la base, par des sables roses ou violacés discontinus, à *Cardilia Michelini* Desh., pénétrant en poches par endroits, dans l'agrégat coquillier ;

4° Le niveau *d'Ermenonville*, qui n'est pas bien représenté dans la grande carrière, mais semble fossilifère dans les talus du petit bois situé au Sud du gisement; ce niveau existait d'ailleurs, bien développé, dans les tranchées de Saint-Witz et de Marly-la-Ville **(XVII)**;

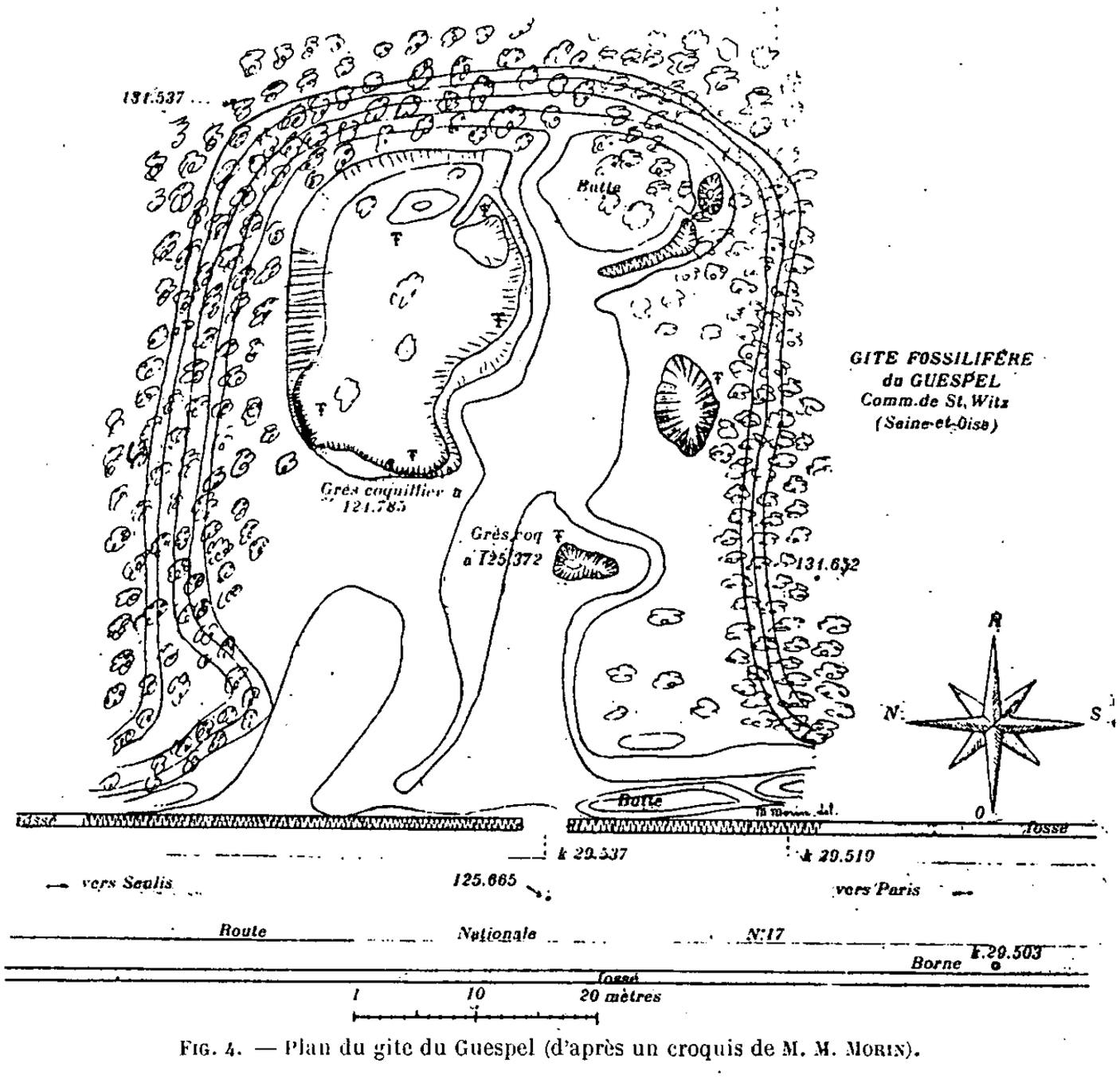


FIG. 4. — Plan du gite du Guespel (d'après un croquis de M. M. MORIN).

5° Le niveau *de Beauchamp* sans fossiles, représenté par des grès discontinus, une zone de sable ligniteux et des sables à galets de silex noir pyromaque ;

6° Le niveau *d'Ézanville* représenté par des sables azoïques;

7° Enfin, couronnant le tout, les grès disloqués *de Mortefontaine*, à *Avicula Defrancei.*

Nous complétons ces renseignements stratigraphiques par la liste méthodique des débris organiques qui ont été recueillis dans ce célèbre gisement.

Nous nous proposions de pousser les fouilles en profondeur jusqu'au

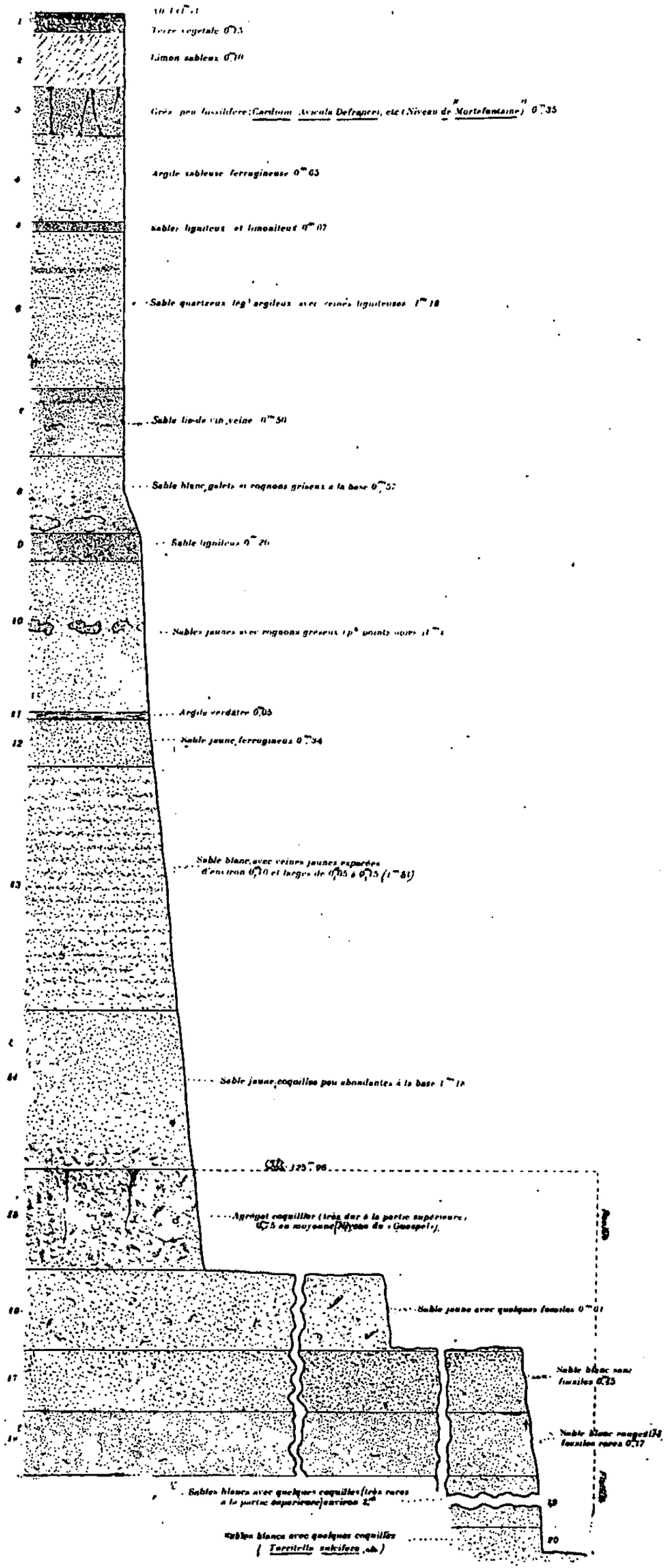


Fig. 3 — Coupe géologique du gite du Guespel (d'après un croquis de M. M. Morin).

sommet du Lutétien : il est probable que l'on aurait rencontré le *niveau d'Auvers* fossilifère ; mais un éboulement, dû à l'extrême mobilité des sables, a interrompu les travaux au moment où la découverte de *Turritella sulcifera* et de quelques autres espèces, annonçait la proximité d'une zone fossilifère.

Les fonds mis à notre disposition ayant été épuisés par les importants travaux de rafraîchissement du talus de la carrière et du début de creusement des puits, nous avons été, à notre grand regret, obligés d'interrompre les recherches. De l'avis de personnes techniquement compétentes, elles ne peuvent être poursuivies qu'à l'aide de sondages étayés que nous espérons mener à bien dans une prochaine campagne.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE (1)

I. — Cuvier et Brongniart. — *Description géologique des Environs de Paris*, éd. in-4° de 1825 et éd. in-8° de 1835, pp. 130 et 230.

II. — Senarmont (de). — *Essai d'une Description géologique du département de Seine-et-Oise*. Paris, in-8°, 1844, avec carte à 1/80.000.

III. — Goubert (Émile). — *Bull. de la Société géologique de France*, p. 144, 2 s., t. XVII, déc. 1859.

IV. — Goubert (Émile). — *B. S. G. F.*, 2 s., t. XVIII, p. 408, mars 1861.

IV *bis*. — Deshayes. — *Animaux sans vertèbres*, t. II, pp. 159, 164.

V. — Munier-Chalmas (E). — *Description d'une nouvelle* Scissurelle *(du Guespel)*, suivie de la liste monographique des espèces connues de ce genre. *Journal de Conchyliologie*, t. X, p. 391, oct. 1862.

VI. — Dollfus (G.-F.). — *Contribution à la stratigraphie parisienne. Sur les sables parisiens moyens dits* de Beauchamp, III, p. 189, *B. S. G. F.*, t. VIII (15 déc. 1879).

VII. — Carez (L.). — *Observations sur la Communication de M. G.-F. Dollfus, B. S. G. F.* (3), t. VIII, pp. 190 et 194 (15 déc. 1879).

VIII. — Dollfus (G.-F.). — *Essai sur la détermination de l'Age du Soulèvement du pays de Bray.* — II. *Ligne du Chemin de fer du Nord.* p. 133. *B. S. G. F.*, t. IX (20 déc. 1880).

IX. — Carez (L.). — *Réponse à M. G.-F. Dollfus, B. S. G. F.* (3), t. IX, p. 483 (20 juin 1881).

X. — Meunier (Stanislas). — *Géologie des Environs de Paris*, 1875, pp. 202 et 459.

XI. — Meunier (Stanislas). — *Excursions géologiques à travers la France*, 1882, p. 127.

XII. — Lapparent (A. de). — *La Géologie en chemin de fer*, 1888, p. 281.

XIII. — Hovelacque (Dr.). — *General section at* Le Guépelle *(near Survilliers).* Geoologists' Association. — *The eocene and oligocene beds of the Paris basin*, 1891, p. 29.

XIII *bis*. — Munier-Chalmas et Lapparent (de). — *Note sur la Nomenclature des terrains sédimentaires*, *B. S. G. F.*, 1892-94.

XIV. — Rollet (H.). — *Les Gisements fossilifères du Bassin parisien. — Ann. de l'Assoc. des Nat. de Levallois-Perret*, 1902, p. 26.

XV. — Boussac (J.). — *Première Note sur les Cérithes* (Groupe du *Pot. tricarinatus* Lmk.), *B. S. G. F.* (4), t. V, p. 669, 1905.

XVI. — Munier-Chalmas (E.). — *Note posthume sur la* zone d'Auvers, *B. S. G. F.* (4), t. VI, p. 503, 1906.

XVII. — Ramond (G.), Dollot (Aug.) et Combes (Paul) fils. — *Étude géologique sur le Chemin de fer du Nord (ligne de Paris à Creil, par Chantilly). B. S. G. F.* (4), t. IV, p. 567, 1906.

(1) Les numéros en chiffres romains, indiqués dans le texte, renvoient à cet *Index*.

LISTE DES FOSSILES DU GÎTE DU GUESPEL (1)

Foraminifères.

Triloculina; Quinqueloculina; Nummulites variolarius Sow. R.

Spongiaires.

Cliona sp.

Polypiers.

Turbinolia sp. C.
Litharia Heberti Edw.

Bryozoaires.

Onychocella (Ogiva) concatenata Canu TR. R.
Biselenaria Offa Gregory.
Pyripora confluens Reuss.
Membranipora Buski Gregory.
Schizostoma magnoapertum Gregory.

Échinides.

Débris divers.

Pélécypodes.

1-2. *Clavagella (Stirpulina) coronata* Desh. A. C.
1-5. — *lagenula* Desh. R.
1-6. — *Brongniarti* Desh. R.
3-4. *Gastrochæna ampullaria* Lamk. sp. R.
5-4. *Teredo vermicularis* Desh. C.
9-3. *Martesia aperta* Desh. R.
11-3. *Solen gracilis* Sow. C. C.
13-1. *Cultellus grignonensis* Desh. R.
17-1. *Glycymeris dubia* Desh. sp. R.
18-5. *Sphenia resecta* Cossm. R.
20-2. *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamk. C. C.
20-6. — *(Agina) pisum* Sow. C.
20-12. — *Lamarcki* Desh. C. C.
20-18. — *ficus* Brand. C. C.
21-2. *Cuspidaria (Neæra) cochlearella* Desh. sp. A. R.
25-4. *Thracia grignonensis* Desh. R.
29-3. *Mactra contortula* Desh. C. C.
29-7. — *compressa* Desh. R.
30-1. *Cardilia Michelini* Desh. R.
31-9. *Abra Deshayesi* Bousquet sp. C.
35-2. *Tellina rostralis* Lmk. C.
35-4. — *canaliculata* Edwards.
35-7. — *(Elliptotellina) tellinella* Lmk. sp. C. C.
35-18. — *(Mœrella) donacialis* Lmk. C.
35-26. — *(Macaliopsis) craticulata* Edw. R.
35-27. — *(Macaliopsis) scalaroides* Lmk. R.

(1) Les numéros d'ordre placés à gauche de chaque espèce sont ceux du *Catalogue illustré des coquilles de l'Éocène des environs de Paris*, de M. COSSMANN, complétés et modifiés par MM. COSSMANN et PISSARRO, dans l'*Iconographie des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris*.

Le degré de fréquence est indiqué de la manière suivante, à droite du nom spécifique : CCC et CC : très abondant ; C : commun ; AC : assez commun ; AR : assez rare ; R : rare ; RR, RRR : très rare.

36-3. *Arcopagia subrotunda* Desh. sp. R.
36-1. *Arcopagia stenochora* Cossm. sp. R.
38-1. *Oudardia ovalis* Desh. sp. R. R. R.
39-2. *Psammobia (Macropsammus) tellinella* Desh. sp. A. R.
40-4. *Garum rude* Lmk. sp. A. R.
41-3. *Gobræus (Psammotœna) effusus* Lmk. sp.
45-1 *Egerella nitida* Lamk. A. C.
48-2. *Marcia (Venerella) striatula* Desh. sp. A. C.
48-3. — *(Venerella) oblonga* Desh. sp. A. C.
48-4. — *subglobosa* d'Orb. A. C.
50-2. *Sunetta polita* Lmk. sp. C.
50-1. *Meretrix (Callista) lævigata* Lamk. C. C. C.
50-7. *Meretrix (Pitaria) parisiensis* Desh. sp. A. R.
50-21. — *(Callocardia) nitidula* Lmk. sp. C.
50-30. — *(Tivelina) striatula* Desh. sp. C. C.
50-39. — *(Tivelina) distans* Desh. sp. C. C. C.
50-40. — *(Tivelina) elegans* Lmk. sp. C. C. C.
56-1. *Psathura fragilis* Lmk. sp. R.
57-20. *Cyrena (Corbicula) deperdita* Desh. C. C. C.
63-4. *Coralliophaga silicula* Desh. R.
65-2. *Basterotia (Anisodonta) rugosula* Desh. sp. A. R.
69-4. *Cardium (Trachycardium) porulosum* Sol. C. C.
69-12. — *(Plagiocardium) granulosum* Lmk. C. C.
69-24. — *(Loxocardium) obliquum* Lmk. var. *Bouei* Desh. C. C. C.
71-1. *Lævicardium parisiense* d'Orb. sp. C. C.
72-6. *Nemocardium parile* Desh. sp. R.
75-1. *Verticordia parisiensis* Desh. sp. R. R. R.
76-7. *Chama fimbriata* Defr. C.
76-9. — *turgidula* Lmk. C. C.
77-4. *Sportella macromya* Desh. A. R.
77-5. — *depressa* Desh. A. R.
80-3. *Diplodonta lucinoides* Desh.
80-6. — *striatina* Desh.
80-20. — *(Felaniella) elliptica* Desh. C. C. C.
82-13. *Phacoides (Gibbolucina) gibbosulus* Lmk. sp. C. C. C.
82-17. — *(Cavilucina) elegans* Defr. sp. C. C. C.
82-23. — *(Lucinoma) saxorum* Lmk. sp. C.
82-62. — *(Parvilucina) inornatus* Desh. sp. R.
82-64. — *pusillus* Desh. sp. R.
82 *ter*-4. *Divaricella ermenonvillensis* d'Orb. sp. C.
82 *ter*-5. — *Rigaulti* Desh. sp. C.
82 IV-2. *Lucina parnensis* Desh.
85-1. *Scintilla (Spaniorinus) parisiensis* Desh. R.
85-2. — *(Spaniorinus) angusta* Desh. sp. R.
88-10. *Erycina parvula* Desh. A. R.
88-17. — *Bernayi* Desh. A. R.
88-23. — *Lamarcki* Recluz R. R.
89-2. *Kellya solidula* Desh. sp
89-14. — *(Divarikellya) obliqua* Caillat sp. C.
90-2. *Laubrieria cycloides* Cossm.

95-1. *Solemya Cuvieri* Desh.
96-16. *Crassatella Deshayesiana* Nyst. C. C.
97-1. *Cardita (Venericardia) planicosta* Lmk. A. R.
97-14. — — *Davidsoni* Desh. A. R.
97-17. — — *sulcata* Sol. R.
97-19. — —. *propinqua* Desh. C.
97-20. — — *pusilla* Desh. C. C. C.
97-38. — *aspera* Lamk. R.
100-3. *Lutetia deficiens* Cossm. A. C.
104-7. *Nucula Cossmanni* E. Vincent C. C. C.
104-12. — *minor* Desh. C. C. C.
107-1. *Trinacria cancellata*, Desh. R.
107-6. — *media* Desh. sp. C. C. C.
109-10. *Axinœa pulvinata* Lmk. sp. C.
110-1. *Arca biangula* Lmk. R. R.
110-2. — *minuata* Desh. R.
110-5. — *lamellosa* Desh. R.
110-7. — *(Barbatia) scabrosa* Mayer. R.
110-16. — *(Barbatia) appendiculata* Sow. R. C.
110-37. — *(Barbatia) Rigaulti* Desh. sp. R. R.
110-39. — *Marceauxi* Desh. sp.
110-48. — *(Anadara) scapulina* Lmk. C.
110-57. — *(Fossularca) lissa* Bayan R. R. R.
112-1. *Mytilus acutangulus* Desh. R.
112-6. — *(Arcomytilus) Rigaulti* Desh. R.
116-3. *Lithodomus argentinus* Desh. A. R.
117-1. *Modiolaria seminuda* Desh. sp. A. C.
117-3. — *(Semimodiola) hastata* Desh. R.
117-10. — *(Planimodiola) arenularia* De Rainc. et M.-Ch. A. C.
118-2. *Arcoperna capillaris* Desh. sp. R.
120-1. *Pinna margaritacea* Lmk. C.
122-1. *Perna Lamarcki* Desh. R.
128-1. *Berthelinia elegans* Crosse. R.
125-3. *Vulsella angusta* Desh. A. C.
125-4. — *minima* Desh. R.
127-1. *Anomalomya corrugata* Cossm. R. R.
129-12. *Lima (Limatula) tenuis* Desh. R.
131-11. *Chlamys tripartita* Desh. sp. R.
131-15. — *infumata* Lmk. sp. C.
131-16. — *plebeia* Desh. sp. R.
134-3. *Spondylus multistriatus* Desh. R.
135-9. *Ostrea dorsata* Desh. C.
135-32. — *cubitus* Desh. C. C. C.

Scaphopodes.

1-1. *Dentalium sulcatum* Lmk. R.
1-2. — *affine* Desh. R.
1-8. — *(Entaliopsis) grande* Desh. C. C.
1-12. — *(Entaliopsis) parisiense* D'Orb. C. C.
1-13. — *(Entaliopsis) Defrancei* Desh. R.

1-17. *Dentalium (Fustiara) fissura* Lmk. R.
2-1. *Pulsellum (Siphonentalis) neglectum* Cossm. R.
3-4. *Siphonodentalium (Dischides) bilabiatum* Desh, sp. C. C.

Gastropodes.

1-6. *Chiton Bouryi* de Rochebrune. A. C.
1-9. — *Bourdoti* de Rocheb. R.
6-5. *Fissurella decisa* Desh. A. C.
6-6. — *Chevallieri* Cossm. R.
11-7. *Scutum elongatum* Lmk. sp. C. C. C.
11-8. — *cœlatum* Desh. sp. A. C.
12-2. *Scissurella Deshayesi* Munier-Chalmas A. R.
16-13. *Tinostoma (Megatyloma) dubium* Lmk. sp. C. C. C.
17-3. *Delphinula lima* Lmk. C.
18-2. *Calliomphalus trochiformis* Desh. sp. R.
27-2. *Solariella tricincta* Desh. sp. C.
28-1. *Eumargarita (Periaulax) spirata* Lmk. sp. A. C.
30-1. *Calliostoma moniliferum* Lmk. sp. A. C.
33-2. *Collonia (Leucorhynchia) callifera* Desh. sp. C. C.
33-11. — *turbinoides* Lamk. sp. C. C.
33-22. — *(Cyniscella) minutissima* Desh. sp. A. R.
34-2. *Eucyclus Bezançoni* Cossm.
35-2. *Phasianella Lamarcki* Desh. sp. C.
35-5. — *(Tricolia) turbinoides* Lmk. sp. *(var. arenularia* Cossm.) C.C.
35-10. *Phasianella (Steganomphalus) parisiensis* d'Orb. C.
38-3. *Nerita granulosa* Desh. R.
42-3. *Pyramidella inaspecta* Desh. C. C,
43-3. *Syrnola (Cossmannica) emarginata* Cossm.
43-5. — *(Cossmannica) misera* Desh. sp. A. C.
43-12. — *spina* Desh. sp.
43-15. — *angusta* Desh. sp.
43-20. — *ruellensis* De Rainc. (?) R.
44-3. *Odontostomia hordeola* Lmk. sp. A. R.
44-5. — *pyramis* Desh. sp. A. R.
44-13. — *nisoides* Cossm. A. R.
44-18. — *minor* Desh. sp. A. R.
44-20. — *Verneuillensis* De Rainc et Munier-Chalmas. A. R.
45 *bis* 2. *Belonidium polygyratum* Desh. sp. — [*Eulimella (Anisocycla) polygyrata* Desh. sp.] A. R.
45 *bis* 6. *Belonidium suturale* Cossm. sp.
48-5. *Turbonilla tenuiplicata* Desh. C. C.
49-1. *Eulima turgidula* Desh. sp.
49-3. — *nitida* Lmk. sp.
49-6. — *(Subularia) munda* Desh. sp. A. R.
49-9. — *(Subularia) subimbricata* Cossm.
52-1. *Scalaria (Crisposcala) crispa* Lmk. R.
52-6. — *(Crisposcala) Godini* De Boury. R.
52-14. — *(Circuloscala) Rogeri* De Boury. R.
52-29. — *(Acrilla) affinis* Desh. C.
52-32. — *(Acrilla) Deslonchampsi* De Rainc. et Munier-Chalmas. A. R.

59-1. *Adeorbis Fischeri* Desh. R.
61-5. *Natica Noæ* D'Orb. C.
61-10. — *epiglottinoides* Desh. C. C.
61-11. — *perforata* Desh. R.
61-36. — *(Naticina) labellata* Lmk. A. R.
62-1. *Sigaretus clathratus* Gmelin R.
64-1. *Ampullina sigaretina* Lamk. sp. R.
64-6. — *parisiensis* D'Orb. sp. C. C. C.
64-7. — *depressa* Lamk. sp. C. C.
64-8. — *abscondita* Desh. sp. C.
64-11. — *Edwardsi* Desh. sp. R.
64-22. — *(Crommium) acuta* Desh. sp. R.
65-1. *Narica alta* Cossm. R.
66-5. *Micreschara (Dialytostoma) disjuncta* De R. et M.-Ch. C. C.
66-8. — *(Micromphalina) cliona* De R. et M.-Ch. A. C.
67-4. *Cymenorytis densesulcata* Cossm. R.
69-1. *Xenophora cumulans* Brong. sp. A. C.
73-1. *Calyptræa aperta* Solander C. C. C.
80-1. *Dissostoma mumia* Lmk. sp. *(Cyclostoma)* A. C.
86-3. *Hydrobia subulata* Desh. sp.
88-4. *Bithinella pupina* Desh. sp. A. C.
88-6. — *cirsophora* Cossm. A. C.
92-5. *Stenothyra mediana* Desh. sp. A. C.
93-1. *Nystia microstoma* Desh. sp. R.
95-1. *Rissoa nana* Lmk. sp. C. C.
95-6. — *(Flemingia) eurydictium* Cossm. R.
99-1. *Pseudotaphrus buccinalis* Lamk. sp. A. C.
99-3. — *cinctus* Desh. sp.
100-12. *Rissoina (Zebina) fallax* Desh. C.
100-11. — *Schwartzi* Desh. A. C.
101-5. *Chevallieria resecta* Cossm. R.
104-6. *Solarium canaliculatum* Lmk. A. C.
104-9. — *plicatulum* Desh. A. C.
110-13. *Lacuna (Epheria) amaura* Cossm. R.
110-21. — *(Medoriopsis) effusa* Desh. R.
110-36. — — *Billiardi* Cossm. R.
113-1. *Lacunoptyxis prælonga* Desh. sp. R.
121-1. *Bayania lactea* Lmk. sp. C. C. C.
121-4. — *delibata* Desh. sp. C.
121-14. — *hordacea* Lmk. sp. C. C. C.
122-2. *Cæcum (Strebloceras) Bezançoni* Cossm. R.
125-2. *Turritella sulcifera* Desh. A. R.
125-10. — *granulosa* Desh. R.
125-11. — *monilifera* Desh. A. R.
125-18. — *interposita* Desh. A. R.
126-4. *Mesalia incerta* Desh. sp. C. C.
126-5. — *Heberti* Desh. sp. C. C.
126-10. — *solida* Desh. sp. A. C.
128-7. *Mathildia costellata* Desh. sp. A. C.
129-1. *Tuba sulcata* Pilk. sp. R.

132-6. *Tenagodes (Pixypoma) multistriatus* Defr. sp. C. C.
132-8. — *(Pixypoma) mitis* Desh. sp. A. C.
137-4. *Cerithium (Serraticerithium) Brocchii* Desh. A. C.
137-5. — *(Serraticerithium) tuberculoscum* Lamk. A. C.
137-6. — *(Serraticerithium) mutabile* Lmk. C. C.
137-17. — *crenatulatum* Desh. C. C.
137-18. — *angustum* Desh. A. R.
137-19. — *subula* Desh.
137-41. — *(Ptychocerithium) Chevallieri* Cossm. R.
137 *ter* 4. *Rhinoclavis (Semivertagus) melanoides* Lmk. sp. C.
138-5. *Diastoma interruptum* Desh. C. C.
139-1. *Sandbergeria communis* Desh. sp. C. C. C.
139-3. — *turbinopsis* Desh. sp. C.
141 *bis* 3. *Hemicerithium incommodum* Desh. sp.
142-1. *Bittium semigranulosum* Lmk. sp. C. C.
144-11. *Newtoniella (Seila) Archimedis* Desh. sp. A. C.
144-12. — — *trifaria* Desh. sp. R.
144-16. — — *quadrisulcata* Lmk, sp. R.
145-1. *Cerithiopsis alveolina* Desh. sp.
145-4. — *trigeminata* Desh. sp.
145- . — *dulcicula* Desh. sp. R.
146-1. *Triforis plicatus* Desh. R. R.
146-8. — *(Epetrium) inversus)* Lmk. sp. R.
146 *bis* 5. *Trifora (Ogivia) brevicula* Cossm. sp. R.
147-3. *Colina fayellensis* Desh. sp. A. C.
147-4. — *difficilis* Desh. sp.
147-6. — *Munieri* Desh. sp. A. C.
149-10. *Tympanotonus Roissyi* Desh. sp. R.
150-8. *Trypanaxis Pissarroi* Cossm. R.
151-2. *Potamides perditus* Bayan sp. A. C.
151-12. — *(Potamidopsis) mixtus* Defr. sp. A. C.
151-20. — *conarius* Bayan R.
151-36. — *(Exechestoma) angulosus* Lmk. sp. A. R.
151-54. — *(Pirenella) obscurus* Desh. sp.
152-7. *Batillaria Bouei* Desh. sp. C. C. C.
152-8. — *clandestina* Desh. sp. C. C. C.
152-10. — *bicarinata* Lmk. sp. C. C. C.
156-3. *Rimella labrosa* Sow. sp. C.
164-1. *Pirula tricarinata* Lmk. sp. R.
164-2. — *pannus* Desh. sp. A. R.
167-3. *Eutritonium (Sassia) cuneatum* Cossm. sp. R.
167-15. — *(Sassia) scabriusculum* Desh. sp. A. R.
169-23. *Murex (Muricantha) crispus* Lmk. R.
169 *bis* 1. *Muricopsis auversiensis* Desh. sp. R.
169 *bis* 2. — *depauperatus* Desh. sp. R.
169 *bis* 7. — *(Muricidea) spinulosus* Desh. sp. R.
178-1. *Cominella deserta* Sol. s. p. T. C.
179-1. *Tritonidea subandrei* d'Orb. sp. C. C. C.
185-10. *Parvisipho hordeolus* Lmk. sp. R.
185-11. — *(Columbellisipho) columbelloides* Cossm. A. C.

186-7. *Siphonalia minuta* Lmk. sp. R. R.
187-1. *Coptochetus scalaroides* Lmk. sp. C. C.
187-6. — *speciosus* Desh. A. R.
187-7. — *asperulus* Lmk. sp.
190-1. *Strepsidura turgida* Sol. sp. C.
191-1. *Melongena (Cornulina) minax* Sol. sp. A. R.
194-1. *Sycum bulbus* Sol. sp. C.
194-3. — *bulbiforme* Lmk. sp. C. C.
198-1. *Clavilithes longævus* Soland sp. C. C. C.
202-4. *Mitra mixta* Lmk. C.
202-25. — *fusellina* Lmk. C. C.
202 *ter* 8. *Turricula (Fusimitra) cancellina* Lmk. sp. C. C.
202 ter 9. — — *terebellum* Lmk. sp. C.
205-1. *Athleta scabricula* Sol. sp. R.
205-10. *Athleta labrella* Lmk. sp. C.
207-3. *Lyria Branderi* Desh. sp, R.
208-4. *Marginella (Stazzania) Edwardsi* Desh. C. C. C.
208-6. — *(Volvarina) cylindracea* Desh. R.
208-12. — *(Stazzania) bifidoplicata* Charlesw. C.
208- . *Marginella guepellensis* de Boury R.
208 *bis* 1. *Cryptospira ovulata* Lmk. sp. C. C. C.
208 *bis* 4. — *(Gibberula) pusilla* Edw. sp. A. R.
208 *bis* 6. — — *acutispira* Cossm. sp. A. C.
208 *bis* 8. — — *subuliva* Cossm. sp.
208 *ter* 1. *Persicula angystoma* Desh. sp.
210-4. *Olivella Laumonti* Lmk. sp. C. C. C.
210-6. — *Marmini* Mich. sp. C. C. C.
211-2. *Ancilla (Ancillaria) Lamarcki* Desh. sp.
211-3. *Ancilla (Ancillaria) obesula* Desh. sp. C. C. C.
211-5. — — *dubia* Desh. sp. C. C.
212-3. *Uxia diadema* Watelet R. C.
212-4. — *delecta* Desh. sp. C.
212 *ter* 1. *Admete (Bonellitia) evulsa* Sol. sp.
214-2. *Conus (Stephanoconus) sulcifer* Desh. R. R. R.
214-6. — *(Conospira) parisiensis* Desh. R. R. R.
218-6. *Borsonia (Cordieria) brevicula* Desh. sp. C. C. C.
218-7. — — *obesula* Desh. sp. C. C. C.
219-1. *Genotia lyra* Desh. sp. C.
221-3. *Bathytoma (Epalxis) ventricosa* Lmk. sp. C. C. C.
223-5. *Asthenotoma dissimilis* Edw. R.
223 *bis*-12. *Surcula Michelini* Desh. sp. C. C. C.
224-37. *Pleurotoma (Eopleurotoma) curvicosta* Lmk. A. R.
224-38. — — *bicatena* Lmk. A. R.
225-12. *Drillia (Tripia) angulosa* Desh. sp.
225-15. — — *clathrata* Desh. sp.
225-16. — *granulata* Lmk. sp. C.
225-23. — *(Crassispira) sulcosa* Lmk. sp.
225-24. — *(Tripia) Adriani* G. F. Dollfus sp.
225-25. — *(Crassispira) costaria* Desh. sp. C.
225-35. — — *contabulata* Desh. sp.

226-9. *Raphitoma citharella* Desh. sp.
226-17. — *(Systenope) polycolpa* Cossm.
226-18. — — *guepellensis* Cossm. C.
226-19. — — *goniocolpa* Cossm. C.
226-21. — *Fischeri* de Boury.
229-5. *Peratotoma striarella* Lmk. sp. R.
231-1. *Terebra (Hastula) plicatula* Lmk. C. C.
233-5. *Actæon (Tornatella) Deshayesi* De R. et M.-Ch. R.
233-8. — *striatinus* Desh. sp. R.
233-9. — *alter* Desh. sp. C.
233-15. — *(solidula) Bevaleti* Baudon. sp. R.
233-16. — *(Semiactæon) sphæriculus* Desh. sp. R.
234 *bis* 2. *Actæonidea Munieri* Desh. sp.
238-4. *Volvulella redacta* Desh. sp. R.
239-2. *Scaphander Brongniarti* Desh. sp. R.
239-8. — *pulchellus* Lmk. sp. R.
241-1. *Bullinella Bruguierei* Desh. sp. C.
241-4. — *(Cylichnopsis) goniophora* Desh. sp. R.
241-7. — *(Cylichnina) ambigena* Desh. sp. C.
241-16. — *(Cylichna) Bezançoni* Morlet. sp. R.
242-10. *Roxania elacate* Bayan. sp. C.
242-11. — *biconica* Cossm.
244-1. *Acera striatella* Lmk. sp. A. C.
245-1. *Ringicula ringens* Lmk. sp. C. C. C.
245-4. — *Bezançoni* Morlet R. R.
254-7. *Planorbis (Menetus) spiruloides* Desh. R. R. R.
254-9. — *(Helisoma) euomphalus* Sow. R. R. R.
256-4. *Auricula (Pythiopsis) ovata* Lmk. R. R.
267- . *Helix (Acanthinula) Bouryi* Cossm. R. R. R.

Crustacés.

Psammocarcinus Hericarti Desh. A. C.
Calianassa Heberti M. Edw. T. C.
— *macrodactylus* M. Edw. T. C.
Cypris sp. T. C.

Poissons.

Dents de *Lamna*.

M. Philippe GLANGEAUD

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences (Clermont-Ferrand).

LES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES LE LONG DE LA GRANDE DISLOCATION HOUILLÈRE DU MASSIF CENTRAL

— 8 août —

M. Ph. Glangeaud établit:

1° Que le Massif central est traversé en écharpe (en son milieu et dans une direction N.-E.) sur plus de 250 kilomètres par une dislocation remar-

quable, ayant débuté à l'époque *dinantienne* sous forme d'une zône de fractures volcaniques par lesquelles sortirent des laves et des projections. Ces dernières, remaniées par l'eau, constituent aujourd'hui des tufs dits orthophysiques. La zone volcanique se transforma peu après par des dépôts houillers ;

2° Les chainons montagneux qui le dominaient furent arasés par l'érosion durant le secondaire ;

Au début de l'*Oligocène*, le chenal houiller fut reconstitué sous une autre forme, mais sur le même emplacement et il s'y déposa plus de 100 mètres d'épaisseur d'argiles, de sables et de conglomérats ;

4° Au *Miocène*, la grande fracture carbonifère, qui avait fonctionné également comme faille de couchement s'ouvrit de nouveau et donna passage à des laves qui traversèrent le terrain cristallin, le houiller et l'oligocène et édifièrent une série de volcans s'échelonnant depuis Pontaumur (Puy-de-Dôme) jusqu'à Bort (Corrèze). Il s'en édifia également d'autres sur des fractures parallèles dans la même région (Volcans de Pontaumur, Voingt, Puy-Saint-Gulmier, Messeix, Bort, etc.) ;

5° Les laves de ces volcans sont des basaltes, des labradorites, des trachytes et des phonolites. Elles offrent donc une grande variété de composition ;

6° M. Glangeaud insiste principalement sur les phénomènes de réouvertures de fractures anciennes (notamment hercyniennes) à l'époque tertiaire dans le Massif central et sur l'édification d'un grand nombre de volcans de ce massif sur ces fractures.

M. Maurice LERICHE

Maître de Conférences de Paléontologie à l'Université de Lille.

SUR LES FOSSILES DE LA CRAIE PHOSPHATÉE DE LA PICARDIE, A ACTINOCAMAX QUADRATUS

— 8 août —

L'exploitation intensive de la Craie phosphatée de la Picardie et des sables phosphatés qui résultent de la décalcification de cette roche, tout en révélant des faits stratigraphiques inattendus (1), a permis de réunir d'importants matériaux paléontologiques intéressant cette formation.

(1) Voir surtout J. Gosselet : *Notes sur les gites de phosphate de chaux d'Hem-Monacu, d'Étaves. du Ponthieu (Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XXIV, 1896, pp. 49, 109, 174). — *Note sur les gites de Craie phosphatée des environs de Roisel, suivie des considérations générales sur les dépôts de craie phosphatée de Picardie (A. S. G. N.*, t. XXIX, 1900, p. 65). — *Plis dans la craie du Nord du bassin de Paris révélés par l'exploitation des phosphates (A. S. G. N.*, t. XXX, 1901, p. 7). — *Observations géologiques faites dans les exploitations de Phosphate de Chaux en 1901 (A. S. G. N.*, t. XXX, p. 208).

Lasne (1) a donné, en 1890, une liste des fossiles qu'il a rencontrés dans la Craie phosphatée des environs de Doullens. M. Priem (2) et M. Thevenin (3) ont étudié ceux provenant d'Éclusier-Vaux (4), près Péronne.

Les collections de la Faculté des Sciences de Lille renferment, de la Craie phosphatée de la Picardie, de nombreux matériaux qui ont surtout été réunis par M. Gosselet, et dont une partie a déjà été mise en œuvre (5). Le but de la présente note est de faire connaître dans son ensemble, au moyen de ces matériaux, la faune de ce niveau (6).

REPTILES

Les restes de Reptiles sont extrêmement rares dans la Craie phosphatée de la Picardie. On ne connaît toujours, de cette formation, que les deux Pythonomorphes ci-après et les fragments de Chélonien et d'Ichthyoptérygien ? signalés par M. Thevenin (7) à Éclusier-Vaux.

1. Mosasaurus Gaudryi, Thevenin.
   Localité : Éclusier-Vaux (Somme).
2. Platecarpus somensis, Thevenin.
   Localité : Éclusier-Vaux (Somme).

POISSONS

Les restes de Poissons sont, par contre, extrêmement fréquents. Ils consistent surtout en dents de Squales, que l'on rencontrait par milliers au moment de l'exploitation des poches de sables phosphatés. Ils ont déjà fait l'objet d'études détaillées (8) ; ils appartiennent aux espèces suivantes :

3. Cimolichthys marginatus, Reuss. — Dents isolées.
   Localités : Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
4. Enchodus sp. — Dents isolées, spécifiquement indéterminables.
   Localités : Fresnoy-le-Grand (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Terramesnil (Somme).

(1) H. Lasne : *Sur les Terrains phosphatés des environs de Doullens (Bull. Soc. Géol. de France* 3e série, t. XVIII, p. 453.)

(2) F. Priem : *Sur les Poissons de la craie phosphatée des environs de Péronne (Bull. Soc. Géol. de France,* 3e série, t. XXIV, 1896, p. 9, pl. I, II).

(3) A. Thevenin : *Mosasauriens de la craie grise de Vaux-Éclusier, près Péronne (Bull. Soc. Géol. de France,* 3e série, t. XXIV, p. 900, pl. XXIX, XXX).

(4) Ce gisement est indiqué dans tous les travaux qui le mentionnent sous le nom de Vaux-Éclusier.

(5) M. Leriche : *Revision de la Faune ichthyologique des terrains crétacés du Nord de la France (Ann. Soc. Géol. du Nord,* t. XXXI, 1902, p. 87-154, pl. II-IV). — *Contribution à l'Étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines (Thèse de doctorat* et *Mém. Soc. Géol. du Nord,* t. V), p. 73-102, pl. VI, 1906.

(6) La formation désignée sous le nom de Craie phosphatée de Picardie comprend généralement plusieurs bancs lenticulaires de craie brune, phosphatée, séparés par des bancs de craie blanche. La présente étude s'étend à tous les fossiles de ce complexe crayeux. La craie brune phosphatée est de beaucoup la plus fossilifère ; un très petit nombre de fossiles proviennent de la craie blanche. Les bancs de craie phosphatée, et en particulier l'inférieur, débutent le plus souvent par un gravier de base, dont les fossiles sont, les uns roulés et remaniés des couches sous-jacentes, les autres contemporains de sa formation. Il n'est pas tenu compte, dans cette note, des premiers fossiles.

(7) A. Thevenin : *Loc. cit.*

(8) F. Priem : *Loc. cit.*, 1896. — M. Leriche : *Loc. cit.*, 1902 et 1906.

5. Portheus sp. — Dent isolée.
   Localité : Montbrehain (Aisne).
6. Protosphyræna ferox, Leidy. — Dents isolées.
   Localités : Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Éclusier-Vaux, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
7. Cœlodus paralielus, Dixon. — Dents isolées.
   Localités : Orville (Pas-de-Calais) ; Terramesnil (Somme).
8. Oxyrhina Mantelli, L. Agassiz.
   Localités : Croix-Fonsomme, Étaves, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Montbrehain, Ribemont (Aisne) ; Buire-au-Bois, Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Éclusier-Vaux, Hem-Monacu, Templeux-la-Fosse, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
9. Oxyrhina acuminata, L. Agassiz.
   Localités : Fresnoy-le-Grand (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Templeux-le-Guérard (Somme).
10. Oxyrhina angustidens, Reuss.
    Localités : Croix-Fonsomme, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Terramesnil (Somme).
11. Lamna appendiculata, L. Agassiz.
    Localités : Croix-Fonsomme, Étaves, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru, Ribemont (Aisne) ; Buire-au-Bois, Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Éclusier-Vaux, Hem-Monacu, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
12. Lamna serrata, L. Agassiz.
    Localités : Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru, Villeret (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
13. Lamna venusta, Leriche.
    Localités : Fresnoy-le-Grand, Hargicourt (Aisne).
14. Lamna arcuata, A. Smith Woodward.
    Localité : Beauval (Somme).
15. Odontaspis macrorhiza, Cope.
    Localités : Croix-Fonsomme, Étaves, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
16. Odontaspis gigas, A. Smith Woodward.
    Localités : Étaves, Fresnoy-le-Grand (Aisne) ; Terramesnil (Somme).
17. Scapanorhynchus rhaphiodon, L. Agassiz.
    Localités : Croix-Fonsomme, Étaves, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru, Ribemont, Villeret (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Dreuil, Vaux-Éclusier, Hallencourt, Hem-Monacu, Marcheville, Templeux-le-Guérard, Terramesnil, Wanel (Somme).
18. Scapanorhynchus (?) subulatus, L. Agassiz.
    Localités : Croix-Fonsomme, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru (Aisne) ; Orville (Pas-de-Calais) ; Beauval, Vaux-Éclusier, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).
19. Synechodus sp.
    Localité : Orville (Pas-de-Calais).

20. Corax pristodontus, L. Agassiz, var. Kaupi, L. Agassiz.
Localités: Croix-Fonsomme, Étaves, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Pontru, Ribemont (Aisne); Buire-au-Bois, Orville (Pas-de-Calais); Beauval, Vaux-Éclusier, Hem-Monacu, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).

21. Pseudocorax affinis, L. Agassiz, var. lævis, Leriche.
Localités: Fresnoy-le-Grand, Hargicourt (Aisne); Orville (Pas-de-Calais); Templeux-la-Fosse, Templeux-le-Guérard, Terramesnil (Somme).

22. Ptychodus polygyrus, L. Agassiz, var. marginalis, L. Agassiz.
Localités: Bellicourt, Fresnoy-le-Grand (Aisne); Haravesnes, Orville (Pas-de-Calais); Vaux-Éclusier (Somme).

23. Ptychodus mammillaris, L. Agassiz.
Localités: Orville (Pas-de-Calais); Beauval (Somme).

24. Ptychodus latissimus, L. Agassiz.
Localité: Orville (Pas-de-Calais).

CIRRHIPÈDES

25. Scalpellum maximum, Sowerby.

On rencontre assez fréquemment les carina de cette espèce; les autres plaques du test sont beaucoup plus rares.

M. Thevenin (1) a signalé dans la Craie phosphatée d'Éclusier-Vaux un certain nombre de carina de *Scalpellum fossula* Darwin. Cette détermination semble avoir été faite d'après le test assez complet de *Scalpellum* trouvé à Bapaume (Pas-de-Calais), dans la craie à *Micraster decipiens*, et décrit par Hébert sous le nom de *S. fossula* (2). Or, d'après Hébert, ce test participe à la fois de *S. fossula* et de *S. maximum:* sa carina se rapproche davantage de celle de *S. maximum*, tandis que son tergum et son scutum rappellent plutôt ceux de *S. fossula*.

Localités: Fresnoy-le-Grand (Aisne); Vaux-Éclusier, Templeux-le-Guérard (Somme).

26. Scalpellum gallicum, Hébert.

Cette espèce, beaucoup plus rare que la précédente, n'est connue que par sa carina. Comme l'ont déjà fait remarquer Hébert (3) et Peron (4), celle-ci est à peine différente de la carina de *Scalpellum fossula* Darwin. Dans la carina de *S. gallicum*, les bourrelets qui séparent le tectum des parietes sont seulement un peu moins forts que dans celle de *S. fossula*.

Localité: Templeux-le-Guérard (Somme).

27. Pollicipes glaber, Rœmer. — Carina.
Localité: Hargicourt (Aisne).

(1) A. Thevenin: *Loc. cit.*, p. 912.

(2) E. Hébert: *Tableau des fossiles de la Craie de Meudon et description de quelques espèces nouvelles (Mém. Soc. Géol. de France,* 2e série, t. V, p. 358, pl. XXVIII, fig. 2, 1854).

(3) E. Hébert: *Loc. cit.*, p. 357.

(4) A. Peron: *Notes pour servir à l'histoire du terrain de Craie dans e sud-est du bassin Anglo-Parisien (Bull. Soc. Sciences histor. et natur. de l'Yonne,* t. XLI, 1887, Sciences naturelles, p. 270).

CÉPHALOPODES

28. Actinocamax quadratus, de Blainville.

Cette espèce commence à se montrer dans le gravier de base de la Craie phosphatée; elle est commune sur toute l'épaisseur de celle-ci.

Localités : Croix-Fonsomme, Étaves (gr. b. et cr. ph.) (1), Fresnoy-le-Grand, Ribemont (gr. b. et cr. ph.), Séry-les-Mézières, Villers-le-Sec (Aisne); Orville (Pas-de-Calais); Vaux-Éclusier, Hargicourt, Hem-Monacu (gr. b. et cr. ph.), Ribemont-sur-l'Ancre, Templeux-la-Fosse, Templeux-le-Guérard (Somme).

29. Actinocamax granulatus, de Blainville.

Localités : Montbrehain (Aisne); Marcheville, Templeux-le-Guérard (Somme).

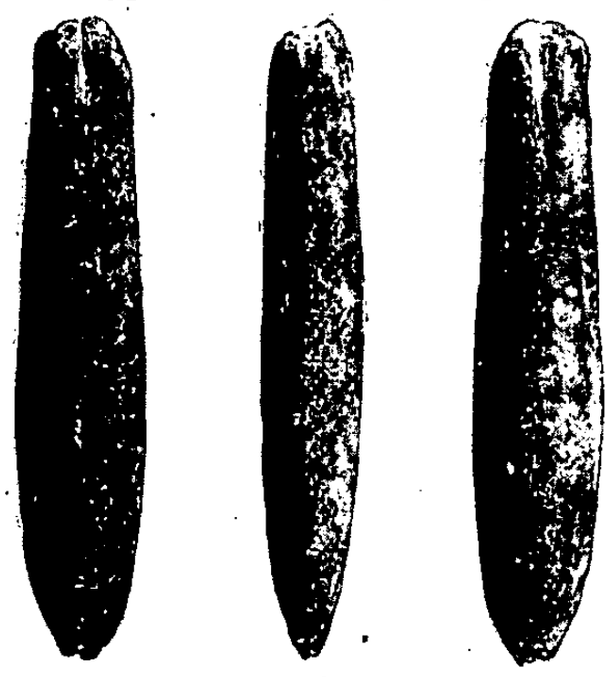
30. Actinocamax verus, Miller.

Cette petite espèce se trouve bien, non remaniée, dans la Craie phosphatée, dont elle semble caractériser les assises inférieures. Elle y coexiste avec *Actinocamax quadratus* qui, d'après Lasne (2), serait absent dans ce niveau inférieur.

Localités : Étaves (gr. b.) (Aisne); Vaux-Éclusier, Hargicourt (gr. b. et partie infér. de cr. ph.), Marcheville, Templeux-le-Guérard (Somme).

31. Actinocamax Grossouvrei, Ch. Janet *(fig 1)*.

Le type de cette espèce provient de la Craie à Marsupites des environs de Beauvais et de la Craie à *Actinocamax quadratus* de Margny-les-Compiègne (Oise) (3). Elle à été reconnue par M. H. Douvillé (4) dans la Craie phosphatée d'Éclusier-Vaux (Somme) où M. de Grossouvre (5) lui assigne, comme gisement, le niveau inférieur à *Actinocamax verus*. C'est la plus grande et la plus rare des Bélemnites de la Craie phosphatée.



1*a* 1*b* 1*c*

Fig. 1 (*a-c*). — *Actinocamax Grossouvrei*, Ch. Janet. Rostre, en demi-grandeur naturelle, vu par la face ventrale (1*a*), de profil (1*b*) et par la face dorsale (1*c*).
Localité : Séru, près Ribemont (Aisne). — *Assise :* Craie phosphatée à *Actinocamax quadratus*.

Un rostre *(fig. 1)*, trouvé par M. Rabelle dans la Craie phosphatée de Séru, à Ribemont (Aisne), et remarquable par sa bonne conservation, permet de compléter la diagnose de l'espèce.

Le rostre est massif, déprimé, hasté, légèrement étranglé dans la région

(1) Gr. b. et cr. ph., abréviations de gravier de base de la craie phosphatée et de craie phosphatée, placées après les noms des localités où le gisement des fossiles a pu être précisé.

(2) H. Lasne : *Observations concernant le gisement de la Craie phosphatée (Ann. Soc. Géol. du Nord* t. XXXI, 1902, p. 57).

(3) Ch. Janet : *Notes sur trois nouvelles Bélemnites sénoniennes (Bull. Soc. Géol. de France,* 3e série., t. XIX, 1891, p. 716-719, pl. XIV, fig. 1-3).

(4) H. Douvillé in de Grossouvre : *Quelques observations sur les Bélemnitelles et en particulier sur celles des Corbières (Bull. Soc. Géol. de France,* 3e série, t. XXVII, 1899, p. 129).

(5) de Grossouvre : *Loc. cit.*, p. 132. C'est par erreur que M. de Grossouvre indique la localité de « Vaux-l'Éclusier » (Vaux-Éclusier) comme étant située près d'Orville, c'est-à-dire près de Doullens; elle se trouve en réalité près de Péronne.

antérieure, à peu près au niveau de la chambre embryonnaire. Il présente sa largeur maximum environ aux trois quarts de sa longueur, à partir de l'extrémité antérieure. Son extrémité postérieure, toujours cassée, se terminerait, d'après M. de Grossouvre (1), par une pointe mucronée comme chez *Actinocamax quadratus* et chez *Belemnitella mucronata*. Sa surface est lisse. Le bord alvéolaire présente, du côté ventral *(fig. 1a)*, une forte échancrure qui se continue par un sillon ventral court, d'abord très profond, mais devenant ensuite superficiel. Les sillons dorso-latéraux *(fig. 1b* et *c)* sont larges mais superficiels; ils s'étendent, en divergeant fortement, sur les quatre cinquièmes environ de la longueur du rostre. Il existe un sillon dorsal *(fig. 1c)*; il part du bord alvéolaire, où il est très large et très profond, se rétrécit rapidement et disparaît avant d'avoir atteint le cinquième de la longueur du rostre. L'alvéole *(fig. 1d)* a une section cordiforme; elle est étroite et peu profonde; sa longueur dépasse à peine le treizième de celle du rostre.



1 *d*

FIG. 1 (*d*). — *Actinocamax Grossouvrei*, Ch. Janet. Le même rostre que celui des fig. 1 *a-c*, vu, en grandeur naturelle, par la face alvéolaire.

Actinocamax Grossouvrei est voisin d'*A. subventricosus* Wahlenberg, du Danien. Il s'en distingue cependant par sa forme plus hastée, plus déprimée, ainsi que par son alvéole moins large et moins profonde.

Localités : Ribemont (Aisne); Vaux-Éclusier, Templeux-le-Guérard (Somme).

Le rostre d'*Actinocamax Grossouvrei* signalé à Templeux-le-Guérard, a été rencontré, avec *A. quadratus*, dans la masse supérieure de Craie phosphatée. La première espèce n'est donc pas limitée à la base de la Craie phosphatée; elle se rencontre dans la Picardie, sur toute l'épaisseur de cette Craie.

32. PACHYDISCUS LEPTOPHYLLUS, Scharpe.

Je rapporte à cette espèce de la Craie à Bélemnitelles d'Angleterre, deux fragments d'une Ammonite de grande taille, provenant de la Craie phosphatée d'Orville (Pas-de-Calais). M. de Grossouvre (2) a signalé la même espèce dans la Craie grise (phosphatée) d'Hardivillers (Oise).

33. BACULITES sp. — Un fragment spécifiquement indéterminable.

Localité : environs de Roisel (Somme).

M. de Grossouvre (3) a, en outre, signalé la découverte, faite par Lasne, dans la Craie à *Actinocamax quadratus* d'Orville (Pas-de-Calais), d'un fragment de *Scaphites* qu'il rapporte à *S. hippocrepis* Morton, et d'un fragment de *Hamites*.

PÉLÉCYPODES

34. RADIOLITES sp. — Un fragment de la couche externe du test, montrant un réseau à mailles très fines.

Localité : Montbrehain (Aisne).

(1) DE GROSSOUVRE : *Loc. cit.*, p. 129.

(2) A. DE GROUSSOUVRE : *Recherches sur la Craie supérieure*, 1re partie, p. 130 *(Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*, 1901*)*.

(3) A. DE GROSSOUVRE : *Id.*, p. 130.

35. Teredo sp.

Un corps, dont la nature végétale primitive est indiquée par des traces charbonneuses, est parcouru par de nombreux tubes cylindriques, plus ou moins contournés, et dont l'une des extrémités est légèrement renflée et arrondie. Ces tubes représentent sans doute le remplissage, par de la craie phosphatée, des galeries creusées dans un tronc d'arbre par des Tarets.

Localité : Étaves (Aisne).

36. Inoceramus sp. — Fragments de test.

Localité : Marcheville (Somme).

37. Ostrea semiplana, Sowerby.

Localités : Étaves, Fresnoy-le-Grand, Montbrehain, Ribemont (Aisne); Orville (Pas-de-Calais) ; Vaux-Éclusier, Hem-Monacu, Templeux-la-Fosse, Templeux-le-Guérard (Somme).

ÉCHINODERMES

38. Echinocorys vulgaris, Breynius.

a) var. *scutatus*, Leske.

Localité : Orville (Pas-de-Calais) (dans la craie blanche immédiatement supérieure à la craie phosphatée).

b) var. *striatus*, Lamarck.

Localité : Orville (Pas-de-Calais).

39. Offaster pilula, Lamarck.

Localité : Orville (Pas-de-Calais).

40. Cidaris sceptrifera, Mantell. — Radioles.

Localités : Marcheville, environs de Roisel (Somme).

41. Cidaris subvesiculosa, d'Orbigny. — Radioles.

Localité : Orville (Pas-de-Calais).

42. Cidaris pseudo-hirudo, Cotteau. — Radioles.

Localité : Marcheville (Somme).

43. Cidaris perornata, Forbes. — Radioles.

Localité : Beauval (Somme) (dans la craie blanche, immédiatement supérieure à la craie phosphatée).

44. Cidaris sp. *(fig. 2)*.



Fig. 2. — Cidaris sp. Radiole un peu plus petit que grandeur naturelle.
Localité : Marcheville (Somme). — *Assise :* Craie phosphatée à *Actinocamax quadratus*.

Un radiole incomplet *(fig. 2)* qui devait présenter la forme générale des radioles de *Cidaris sceptrifera*, est remarquable par la disposition de ses tubercules. Ceux-ci, au lieu d'être, comme dans cette dernière espèce, alignés en séries droites, régulières, sont disposés suivant des lignes flexueuses ; en certains points, ils sont mêmes répartis irrégulièrement.

N'ayant que cet unique radiole, il est difficile de décider si l'on a affaire à une nouvelle espèce ou si l'on est en présence d'un cas tératologique.

Localité : Marcheville (Somme) (1).

(1) Dans un lot de fossiles acquis aux ouvriers des phosphatières d'Hem-Monacu, se trouve un test de *Catopygus fenestratus* Agassiz. Cette espèce n'a pas encore été signalée à un niveau de la Craie sénonienne aussi bas que celui de la Craie phosphatée de Picardie. On sait qu'elle caractérise, aux environs de Mons, la Craie phosphatée de Ciply. Il est possible que le test en question ait été apporté de cette région par un ouvrier belge.

SPONGIAIRES

45. VENTRICULITES ANGUSTATUS, F. Rœmer.
Localité : Montbrehain (Aisne).

En outre, plusieurs fragments de *Ventriculites* ayant la même provenance semblent pouvoir être attribués à *V. mamillaris* Smith.

FORAMINIFÈRES

Les Foraminifères sont très nombreux dans la Craie phosphatée; la plupart sont pluriloculaires; ils appartiennent aux genres *Cristellaria, Globigerina, Rotalia, Textularia.*

VÉGÉTAUX

La présence de Végétaux dans la Craie phosphatée est indiquée : 1° par la pièce avec traces charbonneuses et trous de tarets, signalée plus haut; 2° par une portion de tige de Cycadée décrite ci-dessous.

CYCADEOIDEA ARIDA-GAMANTIENSIS (1), Leriche (espèce nouvelle) *(fig. 3).*

Cette espèce est établie sur deux fragments — dont le plus important est figuré ci-contre — d'un moule interne, en craie phosphatée, d'une tige de grande taille. La surface de cette tige montre le moule des écailles qui, chez les Cycadées, revêtent le tronc et qui représentent la base conservée et accrue des pétioles. Ces moules d'écailles ont une section rhomboïdale; ils sont très convexes extérieurement et de dimensions assez inégales. On trouve, dans les sillons qui les délimitent, des lames feuilletées qui semblent représenter la couche de poils ramenteux que l'on observe sur la tige des Bennettitées. Les autres caractères des Bennettitées (1° existence, au sommet de la tige, d'une dépression où s'insèrent le bourgeon terminal et les feuilles;



FIG. 3. — CYCADEOIDEA ARIDA-GAMANTIENSIS, Leriche. Moule interne d'une tige, réduit d'un peu plus de moitié.
Localité : Templeux-la-Fosse (Somme). — *Assise :* Craie phosphatée à *Actinocamax quadratus.*

(1) De *Arida Gamantia sylva,* Arrouaise, ancienne forêt qui s'étendait de la Haute-Sambre à l'Ancre affluent de la Somme.

2° présence, sur la tige, de cicatrices en rosettes laissées par les axes d'inflorescences et les bractées qui protègent celles-ci) ne sont pas visibles.

Localité : Templeux-la-Fosse (Somme).

La présence d'une Cycadée dans le Sénonien du Nord de la France constitue un fait intéressant.

On sait que les Cycadées, apparues à l'époque triasique, ont pris un très grand développement aux époques jurassique et infra-crétacique. L'époque cénomanienne fut pour elles le point de départ d'une décadence qui alla en s'accentuant de plus en plus jusqu'au moment où elles abandonnèrent le continent européen, c'est-à-dire vers le milieu du Tertiaire. Elles étaient donc encore représentées dans nos régions au moment de leur déclin.

CONCLUSIONS

L'étude des fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie conduit à énoncer les conclusions suivantes :

1° *La Craie phosphatée de la Picardie possède une faune uniforme; elle est caractérisée sur toute son épaisseur par* Actinocamax quadratus *et* A. Grossouvrei.

Cependant, M. de Grossouvre (1) a cru pouvoir distinguer, dans cette formation, les niveaux paléontologiques suivants :

3. Zone à *Actinocamax quadratus, Belemnitella mucronata* et *Offaster pilula.*

2. Zone à *Actinocamax granulatus* (avec formes de passage à *A. quadratus*), *Scaphites hippocrepis* et *Pachydiscus leptophyllus.*

1. Zone à *Marsupites, Actinocamax granulatus, A. Grossouvrei, Micraster coranguinum.*

Il me paraît impossible d'établir cette distinction, tout au moins dans les gisements des départements de la Somme, du Pas-de-Calais et de l'Aisne. En effet, aucun reste de Marsupite, aucun *Micraster coranguinum* (2) non roulé n'ont été trouvés jusqu'ici dans ces gisements. D'autre part, on a vu qu'*Actinocamax quadratus* apparaissait dès le gravier de base de la Craie phosphatée et qu'*A. Grossouvrei* s'élevait jusqu'au sommet de celle-ci. Enfin, comme l'a déjà fait remarquer M. de Grossouvre, *Belemnitella mucronata* n'a pas encore été rencontrée dans les gisements précités. Dans le nord du bassin de Paris, cette dernière espèce se trouve, associée à *A. quadratus*, dans une zone interne par rapport à celle jalonnée par les

(1) A. DE GROSSOUVRE : *Sur la craie grise à Bélemnitelles (C. R. Assoc. Franç. Avancem. Sciences, Congrès de Reims,* 1907, *Notes et Mémoires,* p. 403).

(2) Cette espèce figure cependant dans la liste que M. Thevenin (A. THEVENIN : *Loc. cit.*, p. 913) a donnée des Invertébrés de Vaux-Éclusier. Or, les matériaux qui ont servi à établir cette liste ont été recueillis par des ouvriers, qui ont pu mélanger les fossiles provenant de la Craie grise phosphatée et de la Craie blanche sous-jacente, à *Micraster coranguinum*. D'autre part, dans un gisement voisin de celui de Vaux-Éclusier, à Hem-Monacu, la Craie phosphatée débute par un conglomérat de base qui renferme de nombreux fossiles, en particulier des Oursins *(Echinoconus, Micraster)*, à l'état de moules, remaniés de la craie blanche sous-jacente et revêtus d'un enduit phosphaté. Il est encore possible que le *Micraster* signalé par M. Thevenin provienne de ce conglomérat, où il serait remanié de la craie blanche.

dépôts de phosphate de chaux de la Picardie, et au milieu d'une craie blanche, supérieure à la Craie phosphatée à *A. quadratus*.

2° *La Craie phosphatée de la Picardie est un dépôt de mer peu profonde, effectué à proximité d'un rivage.*

C'est ce qu'attestent, indépendamment de ses caractères lithologiques et stratigraphiques (1), ses fossiles. En effet, l'abondance des dents de Squales, la présence de Mollusques littoraux *(Radiolites)* et de Végétaux terrestres ne se concilient guère avec l'hypothèse défendue par M. de Grossouvre (2) d'un dépôt de mer assez profonde, effectué loin des côtes ; elles montrent que la sédimentation de la Craie phosphatée de la Picardie s'est faite sous des eaux peu profondes et à une faible distance du rivage.

M. Stanislas MEUNIER

Professeur de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle.

LA MORPHOLOGIE DU SOL DE L'AUVERGNE ET LE PHÉNOMÈNE DU CREUSEMENT DES VALLÉES.

— 8 août —

L'un de mes plus grands étonnements à l'époque où je débutais dans l'étude de la géologie a été l'oubli certainement systématique et comme l'espèce de mépris où étaient tombées et où sont encore tenues de la part de tous les géologues les observations de Montlosier, de d'Aubuisson et de Poulett Scrope, sur l'allure de la dénudation intempérique à la surface de l'Auvergne.

Dès 1868, époque où, sous la conduite de M. Daubrée, je visitais le Plateau central pour la première fois, je m'attachai à vérifier les assertions de ces observateurs d'élite et je fus préoccupé des conséquences générales de leur découverte.

Avant tout, la situation des coulées volcaniques, presqu'invariablement situées sur des lignes de faite, me semblait infiniment digne de fixer l'attention, puisque chacune d'elles s'est nécessairement épanchée pour s'y consolider, selon les thalweg d'un vallon.

Les maitres à qui je m'adressais pour éclaircir la question étaient

(1) J. Gosselet : *Note sur les gites de Craie phosphatée des environs de Roisel, suivie des considérations générales sur les dépôts de craie phosphatée de Picardie (Ann. Soc. Géol du Nord,* t. XXIX, 1900, p. 80-86).

(2) A. de Grossouvre : *Recherches sur la Craie supérieure.* 1re partie, p. 62-93, 126 *(Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France,* 1901).

unanimes à expliquer la disposition observée, par un énergique rabotage du sol réalisé, après la sortie de toutes les coulées, par de volumineux courants d'eau, torrents auxquels ils appliquaient le qualificatif de glaciaires. C'était le moment où règnaient avec leur maximum d'intransigeance les doctrines de Belgrand et de ses adeptes.

Cependant, il me semblait que ces violents ruissellements d'eau auraient du imprimer à la disposition générale des reliefs du pays une orientation dominante et un parallélisme bien moins grossier que celui que l'on observe. Il était, en outre, difficile de comprendre après un semblable déplacement de force, la persistance en tant de localités, de délinéaments délicats, comme des lits de marne facilement délayable ou des placages de peperino si fragiles.

Les cônes du Pariou, de Gravenoire et tant d'autres auraient dû manifester par quelques traits dans leur profil, les grandes frictions supposées.

D'un autre côté, il m'était impossible de ne pas être frappé du fait dominateur de la liaison intime de l'altitude où s'est arrêtée chaque coulée avec son âge relatif. Et c'est avec un puissant intérêt que je constatai que je ne faisais que renouveler, pour mon compte, les observations de ces divers géologues que je rappelais au début. A cet égard, il convient de bien souligner la part maitresse de Montlosier qui est tout à fait oublié. Cet observateur publia en 1788 un *Essai sur la théorie des volcans d'Auvergne* qui est un ouvrage des plus remarquables. La Bibliothèque du Muséum en possède la deuxième édition qui est de 1802 et son exemplaire est infiniment précieux pour les bibliophiles. Non seulement, il a appartenu à Cuvier, dont on y voit le timbre humide sur la feuille de titre et dont on reconnait l'écriture dans le nom de Montlosier porté sur le faux titre, le volume étant anonyme, mais on y voit un autographe de l'auteur qui procure une note curieuse d'histoire de la science. En travers du titre on y lit :

C'est une nouvelle édition faite sans mon aveu de l'ouvrage publié par moi en 1788. Le date de l'an dix, 1802, est l'occasion d'une multitude de bévues. C'est une spéculation odieuse de libraires.

Après le paraphe *M*, de l'auteur, on voit le nom des éditeurs barrés violemment de traits de plume tracés avec une colère évidente.

Quoi qu'il en soit, tous les faits qui m'arrêtaient sont, dans ce livre, mis en évidence, destinés à être repris par Playfair, d'Aubuisson et par Poulett Scrope.

La conclusion de ces diverses études que je me borne à rappeler, c'est que le Plateau de l'Auvergne offre au regard, intimement associés l'un avec l'autre, d'une part le résultat du phénomène volcanique essentiellement intermittent et qui, à chacune de ses manifestations, a immobilisé par les coulées de laves épanchées dans les vallées des portions de profil

du sol protégé pour un temps fort long contre les entreprises de l'intempérisme et, d'autre part, les effets du phénomène pluviaire essentiellement continu et qui d'une manière incessante a écroûté sans arrêt la superficie du pays. La coulée de Jussat conservée au sommet de Gergovie, nous permet de revoir l'épiderme terrestre aux débuts des temps quaternaires ; et l'on est frappé de l'abaissement général du pays entre ce moment-là et l'époque où s'est écoulée la nappe de la Serre, depuis le Puy de Nadaillat jusqu'au Cret. L'érosion a procuré des fonds de vallées bien plus bas à la lave de Gravenoire et celle-ci n'a été suivie de celle de Pariou qu'après une nouvelle usure pluviaire de toute la région.

En rapprochant ces faits qu'il faut se borner ici à rappeler en deux mots, on voit que la pluie toute seule a arraché dans l'intervalle que nous considérons des centaines de mètres d'épaisseur à toute la région, et le fait est d'autant plus à noter que le relief accentué du pays devait y faire accorder plus facilement une part très large aux phénomènes de rabottage aqueux dans la sculpture du sol.

Cela posé, et c'est là le point principal que j'avais en vue, en appelant l'attention sur le sujet quoi de plus légitime que d'appliquer les enseignements procurés par le pays d'Auvergne à l'interprétation du modelé dans des pays bien plus tranquilles et en particulier dans la région parisienne ? La vallée de la Seine n'a nulle part une profondeur comparable à celle qui concerne la région des *Puys* et leurs environs. Dès lors, aucune objection de principe ne surgit quand on se demande si le ruissellement de la pluie n'est pas dans le nord de la France, comme dans sa région centrale, le seul artisan du modelé des terrains.

Placé à ce point de vue spécial, on rencontre de toutes parts des confirmations, et il suffit d'en mentionner quelques-unes.

En premier lieu, quand on remonte une rivière dans toute sa longueur jusqu'à sa source (par exemple la Seine), on reconnait que sa vallée présente d'un bout à l'autre les mêmes caractères morphologiques. Il en résulte qu'il n'y a aucunement lieu de faire intervenir des modes de creusement différents sur les divers points et que les inégalités de dimensions de ceux-ci peuvent s'expliquer par des durées plus ou moins prolongées des réactions. Or, si l'on est près de la source ou dans le haut de n'importe quel sillon d'affluent, on reconnaît que le vallon, plus bas, si net et contenant le cours d'eau, passe par des transitions insensibles à un simple petit sillon tout pareil à ceux que la pluie dessine sur un sol préalablement aplani. Les notions maintenant acquises sur la régression des cours d'eau et sur la capture des rivières, permettent d'affirmer que ce petit sillon s'élargira et s'approfondira avec le temps et prendra tous les caractères des tronçons de vallons situés plus bas.

En comparant, après la pluie, les points choisis, on constate que dans

le petit sillon initial le ruissellement de l'eau tombée du ciel ne dure qu'un temps très court, mais, à mesure qu'on redescend le long du sillon, on reconnait que la durée de l'écoulement aqueux va progressivement en augmentant. Il en résulte cette notion que l'eau d'écoulement étant le produit de l'essorement spontanément des masses rocheuses qui sont sur les deux rives plus élevées que le thalweg, si le sillon s'élargit et s'approfondit, peu à peu la durée de son desséchement ira aussi en augmentant.

Donc, dans un point donné du réseau des sillons pluviaires on verra, après une période de petits filets d'eau asséchés peu d'instants après la pluie, un laps de temps où il faudra une heure, puis deux heures, etc., pour que le sol des berges ait rendu tout le liquide qu'il a reçu. Ce sera par transition insensible, qu'on assistera à l'installation d'un filet d'eau permanent provenant d'un asséchement qui demandera plus de temps qu'il ne s'en écoule entre deux pluies successives.

Il y a là une observation extrêmement féconde, car elle se réduit à dire que, très contrairement à ce que l'on a cru tout d'abord, la rivière est le résultat du creusement de la vallée. On en conclut aussi, que dans une vallée comme celle de la Seine ou dans celles de ses affluents, la rivière n'a pas été plus volumineuse dans le passé qu'elle ne l'est aujourd'hui, mais, inversement, qu'elle doit s'augmenter à chaque instant en raison de l'élargissement progressif de son bassin hydrographique et de l'approfondissement de son thalweg.

S'il y a eu des fausses observations à cet égard, c'est que très souvent on a confondu avec les actions qui ont donné naissance à la vallée et à sa rivière, les phénomènes qui concernent le remaniement du thalweg par le cours d'eau une fois constitué. Dans cette direction, cependant, les observations sont tout à fait concordantes avec les précédentes. Par exemple, il est facile de retrouver, sur les flancs des coteaux, des lambeaux de diluvium d'autant plus anciens qu'ils sont plus haut situés. En les comparant les uns avec les autres, on constate qu'ils résultent d'actions mécaniques tout à fait semblables, non seulement par l'énergie attestée par la grosseur des matériaux qui est sensiblement identique dans tous les cas, mais encore par l'allure qui a imprimé aux divers dépôts une structure toujours la même.

A cet égard, je serai très sobre de détails, ayant eu ailleurs l'occasion de décrire le diluvium (1) et de reconstituer les phases successives d'où il résulte. Je constaterai seulement que les premiers observateurs s'étaient complètement mépris sur la signification des phases successives d'où résultent les diverses variétés de diluvium. En réalité, on y retrouve le reflet de toutes les actions qui dérivent de la dynamique, si bien connue

(1) V. *Comptes rendus du VIII^e Congrès géologique international*, p. 599. — Paris, 1900.

maintenant, des cours d'eau et avant tout des déplacements progressifs des lignes de vitesse maxima qui s'affirment à tous les yeux par la *divagation des méandres*.

En appliquant ce point de vue, on voit très nettement comment, aux dépens des dépôts de débordement, complexe et confus, la circulation de l'eau réalise des triages d'où résultent les assises diluviennes en petits lits inclinés et, ultérieurement, les régions à structure entrecroisée et dont les résidus trop volumineux pour que le cours aqueux puisse se déplacer vont progressivement s'accumuler au fond des dépôts où on les a pris pour le témoignage d'anciens fleuves qui auraient été bien plus volumineux que ceux d'aujourd'hui.

Comme il n'est pas possible de laisser de côté le témoignage décisif du sol de l'Auvergne quant au mécanisme de la dénudation intempérique, on ne saurait échapper aux conséquences qui en résultent en ce qui touche l'efficacité de la pluie. Par le rapprochement de deux contrées aussi différentes dans leur constitution, mais aussi comparables dans leur histoire hydrographique que le Plateau central et le Bassin de Paris, on voit véritablement s'imposer à l'esprit les grands traits de la théorie des vallées.

Pour en suivre les phases, il faut s'imaginer d'abord qu'on est transporté au moment où, à la suite d'un bossellement général, un fond de mer est exondé et exposé à l'influence des agents météoriques. Même si on le suppose uniformément plat, et seulement un peu incliné vers l'océan d'où il sort, on constatera, par l'expérience comme par l'observation, que la chute des pluies et le ruissellement des eaux sauvages ne tardent pas à y dessiner des séries de ravinements qui, suivant la ligne de pente, sont plus ou moins parallèles entre eux. D'après ce qui a été dit plus haut, ils s'approfondissent et s'élargissent peu à peu et, dans chacun d'eux, apparaît plus ou moins vite un filet d'eau qui parcourra les degrés successifs de la hiérarchie fluviaire : ruisselet, ruisseau, rivières de divers ordres, fleuve.

Il va de soi que chaque sillon devenu vallée détermine sur ses flancs des ruissellements qui sont une reproduction des précédents et c'est ainsi que les réseaux hydrographiques se dessinent.

L'approfondissement progressif des sillons ne se borne pas à augmenter l'épaisseur des berges dont l'essorement est de plus en plus long ; il attaque plus ou moins vite des niveaux aqueux souterrains qui se déversent dans le ruisseau ou la rivière et modifient le régime de l'eau dans les coteaux dont la surface tend fatalement à manifester les effets progressifs d'un desséchement constaté partout.

D'ailleurs, l'allure des choses varie d'un point à l'autre, suivant la porosité du sol, et c'est ainsi que se produit tout naturellement ce contraste si fréquent d'un tout petit ruisseau coulant au milieu d'un vallonnement très

large (comme le Ru Maldroit, par exemple, auprès de Plaisir, en Seine-et-Oise) — et même d'un vallonnement plus ou moins important dans l'axe duquel on ne voit aucun cours d'eau permanent, disposition si fréquente à la surface des plateaux crayeux.

L'élargissement de la vallée amène sur ses bords des particularités qui ont été bien souvent enregistrées. Par exemple, on y voit des *rideaux*, c'est-à-dire des gradins successifs de dimensions très variables et des cassures souterraines avec dénivellation parfois considérable. Pour ces dernières souvent qualifiées improprement de failles, l'idée simple a paru qu'elles résultent des actions profondes et qu'elles ont préparé les vallées en dirigeant le cours des eaux de surface. La vérité, toute opposée, c'est que ces fissures résultent de l'érosion superficielle et du glissement, par poussée au vide, des portions constituant la surface des flancs des collines. On peut voir dans les environs de Paris toutes les étapes de ces déplacements successifs.

Il importe beaucoup de remarquer que toute cette modification incessante du profil du sol qui, depuis l'époque pliocène, a fait disparaître, par exemple, tout ce qui manque de couches, dans la vallée de la Seine entre Meudon et Montmartre (sans compter tout ce que la surface supérieure des collines à perdu), se réalise continuellement avec persistance de la zone superficielle, c'est-à-dire de la terre végétale qui est en voie de renouvellement ininterrompu.

C'est une disposition naturelle d'autant plus intéressante qu'elle reproduit, sur une dimension relativement faible et dans des conditions d'observation facile, un état de choses qui domine toute la physiologie tellurique et qui concilie l'évolution continue de la surface terrestre avec le déploiement des actions les plus variées, les plus brusques, les plus violentes.

Je me reprocherais d'abuser davantage de l'attention du lecteur sur un sujet qui demanderait la discussion détaillée d'un grand nombre de faits particuliers.

Mon but principal, en rédigeant cette courte note, a été de rappeler les observations un peu oubliées d'anciens géologues de haute valeur et de montrer la concordance de leurs conséquences avec celles des études récentes sur le mécanisme fluviaire.

M. Ernest REGNAULT

Président honoraire du Tribunal civil de Joigny (Yonne) (la Folie, par Saint-Sauveur-en-Puisaye) (Yonne).

A PROPOS DU VEXILLUM DESGLANDEI, ROUAULT.

— 8 août —

Certains organismes ont montré vraiment une étonnante vitalité, traversant de nombreuses périodes géologiques sans évolution appréciable.

Nous avions déjà été frappé de ce fait en recueillant dans le Bathonien de l'Yonne une écaille de cône de *Voltzia Coburgensis*, Schauroth, que nous publierons ultérieurement et dont le genre, connu seulement du Trias et de la fin du Permien, n'a point encore été rencontré en deçà de ces étages. Mais l'objet de la présente note nous semble dépasser, comme extension dans le temps, ce que nous révèle actuellement la Paléophytologie.

Il s'agit d'un végétal, d'une algue marine, suivant l'introducteur du *Vexillum Desglandei*, Rouault, dont la dénomination a d'abord été appliquée par Rouault à plusieurs formes, puis restreinte par lui à celle qui nous occupe. Ce fossile découvert dans le Cambrien et l'Ordovicien (schistes rouges et grès armoricain de Bretagne et de Normandie, grès armoricain de la montagne Noire), quoique considéré par les auteurs comme problématique, est cependant indiqué par de Lapparent et divers savants comme caractéristique des deux étages ci-dessus. M. Fritel, du Muséum de Paris, donne également *(fig. 28* de sa Géologie*)* un dessin de *Vexillum Desglandei,* qu'il a reproduit d'après un échantillon choisi par de Lapparent dans la collection de l'Institut catholique de Paris (1), et qu'il présente comme une trace problématique (2).

C'est une forme exactement semblable à l'échantillon de l'Institut catholique de Paris et se présentant de la même façon que nous avons récoltée à la Folie, près Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne), à la superficie de l'argile à silex superposée au Cénomanien et véritable résidu des étages ultérieurs enlevés par l'érosion. L'individu figuré ci-contre est inclus dans un nodule calcaréo-siliceux ou gréseux blanchâtre.

Voici ses dimensions :

Hauteur	$0^m,035$
Largeur (aux extrémités)	$0^m,008$ / $0^m,015$
— (au milieu).	$0^m,012$

Il est donc légèrement plus petit que celui de M. Fritel, si la figure 28

(1) Renseignement communiqué par M. Fritel.
(2) Fritel : *Géologie*, p. 57.

précitée représente en grandeur naturelle ; mais sa forme en angle aigu tronqué aux deux bouts, sa disposition dans le nodule, son ornementation si l'on peut appeler de ce mot les cannelures ou plis verticaux et régulièrement espacés de sa surface, dénotent une complète similitude avec lui.



Vexillum Desglandei ROUAULT, de l'argile à silex, Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).

Qu'il nous soit permis de tenter un essai de détermination et de passer rapidement en revue les raisons qui ont pu laisser les savants indécis sur la nature de cette formation.

Ces motifs nous semblent tirés de deux considérations principales : l'absence, dans la nature actuelle et dans la Paléobotanique, de végétaux auxquels le *Vexillum Desglandei* puisse être rattaché, et l'influence que les belles expérimentations de Nathorst ont exercée sur l'examen d'organismes à structure et physionomie rudimentaires.

Il est facile d'éliminer la première de ces causes ; la botanique actuelle ne peut, pas plus que l'ancienne, prétendre posséder dès maintenant les éléments complets du monde végétal à toutes les époques de l'histoire du globe. Malgré la difficulté de la fossilisation en pareille matière, il n'est pas douteux que d'importantes découvertes seront encore faites, même en dehors de la classification.

Quant aux expériences de M. Nathorst, elles ne nous semblent pas être d'un grand secours, eu égard à la façon dont se présente le fossile en question. Ce savant, en effet, a eu l'ingénieuse idée de faire courir, sur du plâtre humide ou recouvert d'une mince couche d'eau, des animaux variés qu'il supposait capables de tracer des pistes semblables aux formes qu'il cherchait à déterminer. Il a ainsi obtenu, en empreintes, des résultats qui lui ont permis de faire rejeter un certain nombre de fossiles informes proposés.

Mais nous ne nous trouvons pas ici en présence d'empreintes ou de contre-empreintes, mais bien devant des formations visibles sur toutes leurs faces, sur tout ou partie de leur pourtour et même en coupe horizontale, traversant la roche quelquefois sur une assez grande épaisseur et montrant l'enroulement sur elles-mêmes si caractéristique de l'objet. D'ailleurs, la simple inspection des planches XVII, XVIII et XIX des œuvres posthumes de Rouault, par Lebesconte, éloigne toute possibilité de piste ou de trace quelconque par un animal, comme aussi de traînées d'objets purement inertes promenés par le remous des vagues et rayant un fond vaseux. Les figures suivantes (de la collection Lebesconte) montrent notamment :

Fig. 4, 9, 9 *bis* et 10 . . .	Coupe et enroulement ;
Fig. 17 et 18	Coupe et cannelures longitudinales.

La marche d'un animal sur une surface humide ne pourrait évidemment que produire en creux des traînées superficielles et non composer un ensemble comme celui qui ressort des figures ci-dessus. S'il en était autrement, ce ne serait plus le végétal qui aurait, du Silurien au Supracrétacé, traversé sans changement notable une si grande partie des temps géologiques, mais l'animal lui-même, l'auteur de la piste, dont l'appareil locomoteur aurait alors dû, pour produire les mêmes effets à une distance si considérable, se maintenir intact et se montrer rebelle à l'évolution.

Il est à peine besoin d'ajouter, après avoir observé les figures citées plus haut, que ce que l'animal n'a pu faire ne saurait pas davantage résulter d'accidents lithologiques, pressions, action de l'eau courante ou chargée de débris. On conçoit difficilement que, depuis le Silurien, où ces fossiles abondent, les mêmes causes mécaniques ou physiques, qui sont de tous les temps, aient été inopérantes dans les périodes géologiques suivantes pour ne se manifester que si rarement au Supracrétacé.

On pourrait encore, en faveur de la nature végétale du fossile dont il s'agit, tirer argument de ce fait que notre Vexillum du Supracrétacé, comme paraît l'être aussi celui du Silurien (*fig. 28* précitée), est inclus dans un nodule qui s'est formé autour de cet organisme.

Le *Vexillum Desglandei*, Rouault est donc bien un végétal ou un fragment de végétal. Il était intéressant comme représentant l'un des éléments de la flore la plus ancienne ; sa présence au Supracrétacé et peut-être plus tard encore, étant donnée la formation dans laquelle il a été trouvé, établit son extension géographique et donne la mesure de sa persistance à travers les âges géologiques ; si l'espèce est éteinte, c'est après avoir vécu pendant plusieurs millions ou même plusieurs dizaines de millions d'années (1).

L'absence d'échantillons signalés entre le Silurien et le Crétacé supé-

(1) de Lapparent : *Traité de Géologie*, 4e édit., pp. 1858 et suiv.

rieur, alors que ce fossile était si répandu au début du Primaire, ne prouverait qu'une chose, l'extrême rareté de l'organisme aux périodes intermédiaires par suite de l'appauvrissement progressif du type d'une structure peu appropriée à la fossilation. Il en serait sans doute autrement si des causes physiques seules étaient entrées en jeu ; leur permanence à toutes les époques, dans des conditions analogues, aurait donné lieu à de plus fréquentes productions.

Mais quelle est la nature de ce végétal? Est-ce une plante marine ou terrestre, une algue, ainsi que son auteur l'a prétendu? Est-ce une plante plus élevée en organisation? L'étude d'une coupe mince, si elle était possible, pourrait seule nous fixer à cet égard.

Ce que l'on peut dire, c'est que le *Vexillum*, dès les premiers dépôts siluriens, s'est trouvé associé, en masse importante, à d'assez nombreux types végétaux dont quelques-uns au moins paraissent s'être perpétués assez loin dans les étages ultérieurs.

De Saporta s'exprime ainsi à ce sujet :

> Cette première flore marine, déjà variée, ne se sépare réellement pas de celles qui suivirent ; en sorte que, dès maintenant, il est possible d'affirmer que certaines algues siluriennes ont eu une durée si prodigieuse et une ténacité de caractère tellement prononcée, que leurs derniers descendants directs peuplaient encore les mers européennes vers le milieu des temps tertiaires (1).

La présence du *Vexillum* dans une argile à silex contenant des fossiles du Crétacé supérieur et même du Tertiaire vient confirmer les vues du savant paléobotaniste français.

Dans ces conditions, nous inclinons provisoirement à nous en tenir à la position que Rouault lui a assignée dans la systématique.

Le *Vexillum Desglandei* ne conserverait ainsi le caractère problématique qu'en ce qui concerne la place à lui attribuer dans l'échelle des végétaux.

(1) DE SAPORTA : *Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, pp. 165 et 166.

BOTANIQUE

M. J. LAURENT

Chargé de Cours à l'École de Médecine (Reims).

CARTES BOTANIQUES DÉTAILLÉES DES TERRITOIRES DE CHALONS-SUR-VESLE CHENAY ET TRIGNY

— 4 août —

Dans un rapport préparatoire soumis au Congrès de Reims, (1) j'ai émis l'idée que les botanistes pourraient avantageusement utiliser les travaux relatifs à l'établissement des Cartes agronomiques pour dresser des cartes botaniques à grande échelle. L'Association française m'ayant fait l'honneur de subventionner mes recherches, je puis aujourd'hui vous soumettre un premier essai de cartes communales exécutées à l'échelle du $\frac{1}{10.000}$, d'après la méthode que j'avais exposée l'an dernier.

La région choisie est très bien connue au point de vue floristique, grâce aux recherches des anciens botanistes rémois, les frères Saubinet, Levent, etc. grâce surtout aux nombreuses explorations, entreprises de 1896 à 1903, par Géneau de Lamarlière qui avait adopté dans leur ensemble, pour ses travaux de géographie botanique, les classifications de sols établies par moi-même pour mes Cartes agronomiques.

Au surplus, les territoires contigus des trois communes de Châlons-sur-Vesle, Chenay et Trigny, qui occupent, sur la rive droite de la Vesle, une superficie totale de 2.039 hectares, ont été l'objet de nombreux comptes rendus d'herborisation dont on trouvera la bibliographie complète dans les publications de G. de Lamarlière (2).

On peut reconnaitre dans ce district du Soissonnais, les stations suivantes distinctes à la fois par leur flore et par la nature du sol :

1° Les *marais* de la vallée de la Vesle, marais tourbeux, inondés pendant l'hiver, avec *Thalictrum flavum* L., *Cladium Mariscus* R. Br., *Carex paradoxa* Willd;

2° La *craie blanche* couverte de cultures où prédominent *Ranunculus arvensis* L., *Isatis tinctoria* L., *Reseda Phyteuma* L.;

(1) *Bulletin de l'Association française*, juin 1907.

(2) L. Géneau de Lamarlière : *Études sur la Géographie botanique du département de la Marne; 3e étude : Le Soissonnais. (Bul. de la Soc. d'Ét. des Sc. n. de Reims*, t. II.; 1900.)

3° Les *sables thanétiens*, dans lesquels il y a lieu de séparer :

a) Les cultures caractérisées par *Silene conica* L., *Scleranthus annuus* L., *Lycopsis arvensis* L., *Bromus tectorum* L., *Agrostis Spica-venti* L.;

b) Les bois de Pins silvestres au pied desquels on ne rencontre guère que *Monotropa hypophagea* Wallr., parfois *Pyrola rotundifolia* L. et plus rarement *Goodyera repens* R. Br.;

c) Les bois feuillus plus ou moins mélangés de Pins silvestres avec *Silene nutans* L., *Dianthus Armeria* L., *Geranium sanguineum* L., et, quand la proportion de calcaire est très faible, *Sarothamnus scoparius* Koch., *Calluna vulgaris* Salisb., *Pteris aquilina* L.;

d) Les friches avec *Helianthemum vulgare* Gærtn., *Dianthus Carthusianorum* L., *Armeria plantaginea* Willd, *Artemisia campestris* L., *Mibora verna* Adans.;

4° Les *argiles et lignites du sparnacien*, niveaux humides marqués par des sources et généralement couverts de bois feuillus avec *Tetragonolobus siliquosus* Roth., *Sanicula europæa* L., *Convallaria maialis* L., *Tamus communis* L., *Equisetum maximum* Lam.;

5° Les *sables yprésiens* renfermant 10 à 15 0/0 de calcaire provenant en grande partie d'éboulis du calcaire grossier qui les surmonte; ils sont boisés sur les versants exposés au nord et plantés de vignes sur les pentes dirigées vers l'est ou vers le sud :

a) Dans les bois, la flore diffère surtout de celle des sables thanétiens par l'absence des espèces calcifuges, telles que *Sarothamnus scoparius* Koch., *Calluna vulgaris* Salisb., *Pteris aquilina* L., et par la plus grande fréquence des Orchidées.

b) Dans les vignes se trouvent des espèces calcicoles ou indifférentes.

6° Le calcaire grossier forme un talus abrupt couvert de broussailles : *Prunus spinosa* Tourn., *P. insititia* L., *Rosa rubiginosa* L., *Rosa tomentosa* Sm., *Rosa canina* L. avec *Genita pilosa* L., *Cytisus supinus* L., *Aster Amellus* L., *Chlora perfoliata* L. et nombreuses Orchidées;

7° Les *caillasses* entremêlées d'argiles noires, blanches et vertes donnent les terres cultivées du sommet des plateaux; ces sols argileux et caillouteux sont caractérisés par les diverses espèces d'*Adonis*, *Lathyrus tuberosus* L., *L. Aphaca* L., *Buplevrum rotundifolium*, *Mentha arvensis* L., *Teucrium Botrys* L.; et les lieux incultes sont envahis par les *Brachypodium pinnatum* P. B., *Bromus erectus* Huds., *Festuca ovina* L., *Carex humilis* Leyss.

8° La craie blanche, les sables thanétiens et les argiles du sparnacien sont fréquemment recouverts par les *dépôts meubles sur les pentes* qui forment des limons argilo-siliceux dans lesquels la proportion de calcaire varie depuis 0,10 jusqu'à 12 0/0. Ils sont généralement plantés de vignes ou livrés à la culture, et leur flore est formée surtout d'espèces introduites ou d'espèces indifférentes;

9° Les eaux de ruissellement ont accumulé sur les bancs de grès plus ou moins imperméables de la base du thanétien, dans de petits vallons situés à mi-côte, des sables et des argiles sur lesquels reposent des marais ou « Conges » remarquables par leur riche flore à *Drosera longifolia* L., *Pinguicula vulgaris* L., *Orchis odoratissima* L., *Schœnus nigricans* L., *Equisetum hyemale* L.

Les diverses catégories de sols ont été distinguées en conservant pour ces cartes botaniques les teintes adoptées pour mes Cartes agronomiques, mais, dans chacune d'elles, j'ai figuré par des signes conventionnels les cultures, le vignoble, les friches, les bois de Pins et les bois feuillus. Des

analyses chimiques nombreuses, dont les résultats sont reportés sur les côtés de la carte, donnent la composition du sol en azote, acide phosphorique, potasse et calcaire; j'ai même pu tracer, grâce aux nombreuses analyses calcimétriques effectuées pour le vignoble, les courbes de distribution du calcaire sur une partie du territoire de Trigny; enfin, les stations des plantes rares ont été relevées très exactement et marquées par un cercle, avec un numéro d'ordre qui renvoie à la légende.

On pourra remarquer que la classification des sols adoptée plus haut diffère quelque peu de celle qui avait été admise par Géneau de Lamarlière dans ses travaux de géographie botanique. D'une part, il avait groupé dans un même ensemble la flore des sables thanétiens et celle des sables yprésiens qui, l'une et l'autre, et pour des raisons différentes, renferment un assez grand nombre d'espèces calcicoles. J'ai cru néanmoins devoir les distinguer parce que le calcaire, qui provient le plus souvent des coquilles fossiles dans les sables thanétiens, a pu, en bon nombre d'endroits, être entraîné par les eaux d'infiltration, ce qui détermine çà et là des plages à flore calcifuge. Il n'en est plus de même dans les sables yprésiens; l'importance des éboulis de calcaire grossier est d'ordinaire telle que le sol reste toujours riche en calcaire, et qu'on pourrait souvent réunir le lutétien et l'yprésien dans une même zone botanique. Cette observation n'est plus applicable évidemment lorsque le calcaire grossier fait défaut ou s'est trouvé considérablement réduit par l'érosion comme on l'observe à Villers-Franqueux; c'est alors qu'il est possible d'assimiler entièrement la flore des sables yprésiens à celle des sables thanétiens.

D'autre part, Géneau de Lamarlière avait assimilé les Conges aux marais du fond de la vallée; il y a lieu cependant de les en séparer nettement. S'il arrive parfois, comme j'ai pu le vérifier à Trigny, que la flore des tourbières de la Vesle rappelle la flore des Conges, c'est que les sables thanétiens ont été entraînés en masse importante jusqu'au voisinage de la rivière, réalisant des conditions de sol à peu près identiques à celles des marais situés plus haut. Dans ce cas, *Schœnus nigricans* redevient social, constituant le fond de la végétation, et l'on voit réapparaître *Drosera longifolia* dans les parties les plus humides.

*
* *

Les Cartes ainsi établies fournissent déjà des indications assez précises pour la solution de la question mise à l'ordre du jour des sections d'agronomie et de botanique : *Dans quelle mesure l'étude de la flore spontanée peut-elle fournir des indications pour l'établissement des cartes agronomiques?*

En se limitant aux sols cultivés, le botaniste le moins expérimenté peut reconnaître très facilement dans tout ce district du Soissonnais le passage

brusque de la craie aux sables thanétiens et de ces sables aux argiles à lignites puis aux sables yprésiens. Il éprouvera seulement quelque difficulté pour saisir la transition des sables thanétiens aux limons argilo-siliceux des dépôts meubles sur les pentes, et cependant la disparition des espèces caractéristiques, telles que *Silene conica*, est bien significative. Quant à la flore des caillasses, si elle présente avec celle de la craie bon nombre d'espèces communes, la situation topographique des deux formations, l'une vers le fond de la vallée et l'autre au sommet des plateaux, ne permettra jamais de les confondre.

Il me faut reconnaître cependant que la région étudiée est exceptionnellement favorable pour faire ressortir l'influence du sol sur la végétation, grâce aux variations considérables dans l'humidité et la richesse en calcaire d'un étage à l'autre de l'éocène, et l'on en rencontrerait peut-être difficilement un exemple aussi frappant. Cependant, en cherchant à étendre mes investigations à la plaine de Champagne qui semble présenter une constitution à peu près homogène, j'ai pu retrouver dans la flore des variations suffisantes pour justifier son emploi dans l'établissement des cartes agronomiques.

Dans les associations végétales, il se produit des substitutions d'espèces lorsque le sol devient plus sec ou moins fertile : c'est ainsi que, dans les friches, on voit disparaître *Senecio Jacobœa* L., qui fait place à *Senecio crucœfolius* L., *Brunella grandiflora* Jacq., remplace *Br. vulgaris* L. ; dans les moissons, *Torilis Anthriscus* Gmel. se substitue à *Æthusa Cynapium* L. et certaines espèces telles que *Daucus Carota* L., *Iberis amara* L., *Galeopsis Ladanum* L. sont représentées presque uniquement par des formes naines. Les moissons de la craie blanche, qui contient 90 0/0 de calcaire renferment quelques types, tels que *Passerina annua* Wickstr., *Odontites Jaubertiana* Bor., *Ceratocephalus falcatus* Pers., qui n'ont pas encore été rencontrés sur la craie marneuse malgré ses 81 0/0 de calcaire ; *Nigella arvensis* L. habituellement social au milieu des chaumes de la craie blanche, ne se rencontre plus qu'à l'état sporadique sur la craie marneuse ; mais la présence d'un peu d'argile qu'accompagne beaucoup de potasse suffit à donner à cette dernière une valeur culturale très différente.

Enfin, j'ai signalé récemment (1) la présence, en certains points de la plaine de Champagne de limons d'origine tertiaire, derniers vestiges d'une plus grande extension vers l'est de la meulière de Brie et des sables de Fontainebleau, et que les recherches floristiques ont mis en évidence avant que l'étude pétrographique soit venue confirmer leur signification. J'en ai retrouvé ces jours derniers plusieurs lambeaux que la topographie ou les dénominations locales m'avaient permis de soupçonner et ils figureront sur

(1) J. LAURENT : *Le Bois de la Bardolle, contribution à la géographie botanique de la plaine de Champagne.* (*Bull. de la Soc. botan. de France,* décembre 1907.)

la carte botanique de la plaine de Champagne à laquelle je travaille actuellement.

Il s'agit ordinairement de limons argilo-siliceux dans lesquels sont disséminés de gros blocs, tantôt de grès de Fontainebleau, tantôt de meulière de Brie. Souvent, comme à Sommesous, à Avenay, à Vaudemanges, au Mont-de-Billy, leur épaisseur est trop faible pour faire apparaitre une flore calcifuge; ils modifient alors le paysage plutôt que la liste des espèces végétales, car on voit les sommets qu'ils recouvrent garnis de bois feuillus formés par l'association du Chêne, du Bouleau, du Tremblè, du Noisetier, de l'Orme, etc., tandis que les hauteurs crayeuses de la plaine champenoise sont toujours dénudées ou plantées de bois de Pins d'introduction récente. Parfois, comme à Moronvilliers ou à Nanteuil près Rethel, l'importance de ces limons est plus considérable et ils déterminent une flore dont bon nombre d'espèces sont tout à fait étrangères à la craie. Leur rôle agronomique est considérable, car ils réalisent les conditions idéales toujours recherchées en Champagne pour l'établissement d'un vignoble : une altitude suffisante pour n'avoir guère à craindre les gelées printanières, une orientation est ou sud-est qui assure le maximun d'insolation, enfin un sous-sol de craie suffisamment perméable recouvert d'une couche assez épaisse de terre végétale pour que la vigne puisse y étaler ses racines.

Des recherches agronomiques et botaniques que j'ai entreprises dans la région rémoise, il résulte donc que si l'étude géologique, et par là j'entends toujours l'étude détaillée des dépôts superficiels, doit servir de base pour la classification des sols dans l'établissement des Cartes agronomiques, l'examen de la flore spontanée peut fournir dans beaucoup de cas des indications fort utiles pour leur délimitation, surtout si l'on a recours à la fois à la distribution des espèces et à l'étude des formes.

J'insiste, d'ailleurs, sur ce point que les Cartes agronomiques se bornent actuellement à distinguer les catégories de sols et non les variations parcellaires; comme je l'ai montré l'an dernier (1), elles sont encore loin de réaliser l'idéal de l'agriculteur qui n'est pas suffisamment renseigné par l'analyse physico-chimique, mais toujours j'ai constaté une relation étroite entre l'origine géologique d'un sol et sa constitution physico-chimique, souvent aussi entre cette constitution et la flore qui s'y développe; et si les données combinées de la chimie, de la botanique et de la géologie nous laissent encore trop d'incertitudes, il me semble plus sage et plus scientifique de chercher à les perfectionner par des études nouvelles, plutôt que de se rejeter sur l'empirisme qui ne peut conduire à rien.

(1) J. LAURENT : *Les Cartes agronomiques communales et les essais culturaux à entreprendre sur les sols-types d'une région.* (*Bull. de l'Assoc. fr. pour l'Av. des Sc.*, juillet 1907.)

MM. E. MARCHAND
Directeur
ET
J. BOUGET
Botaniste de l'Observatoire du Pic du Midi.

L'INFLUENCE DES COUCHES INFÉRIEURES DE NUAGES SUR LA DISTRIBUTION DES VÉGÉTAUX EN ALTITUDE DANS LES PYRÉNÉES

— 7 *août* —

Les observations d'altitudes de nuages inférieures faites à Bagnères-de-Bigorre, où l'on voit leur surface inférieure, et au Pic du Midi, où l'on voit leur surface supérieure, conduisent à cette conclusion que les *strato-cumulus* et *cumulo-nimbus* (quand ils ne donnent pas de pluie, ou ne donnent qu'une faible bruine) ne se forment pas dans cette région des Pyrénées, à une altitude quelconque.

La surface inférieure de ces nuages se trouve surtout entre 700 et 1.200 mètres d'altitude, leur surface supérieure entre 1.500 et 2.200 mètres, et leur épaisseur moyenne est de 800 à 900 mètres.

Ces conclusions ont été données déjà dans diverses publications de l'Observatoire ; M. Marchand en déduisait que la zone de l'atmosphère dans laquelle les *strato-cumulus* se produisent le plus souvent est, par cela même, plus humide.

La partie du sol montagneux qu'elle *baigne,* pour ainsi dire, doit recevoir sous forme de bruine un excès d'eau sensible et l'évaporation, d'autre part, doit y être moins forte que plus haut ou plus bas. Par conséquent, *la présence fréquente des brouillards à une certaine altitude doit être un des facteurs de la distribution des végétaux sur les pentes des Pyrénées* (1).

Le présent mémoire a pour but de démontrer la réalité de cette action des nuages inférieurs au moyen des observations botaniques faites depuis plus de vingt ans par M. Bouget dans la région du *versant Nord* des Pyrénées centrales.

On remarquera d'abord que les observations de nuages précédemment citées permettent de calculer *la fréquence des strato-cumulus ou cumulo-nimbus aux diverses altitudes*. On trouve que c'est surtout de 1.400 à 1.800 mètres que cette fréquence est grande, elle est un peu moindre de 1.100 à 1.300 mètres et de 1.800 à 1.900 mètres, moindre encore de 900 à 1.000 mètres et de 2.000 à 2.200 mètres. Au-dessous de 900 mètres et au-dessus de 2.200 mètres, elle est faible. Ainsi la zone la plus humide est

(1) E. MARCHAND : *L'Écran pyrénéen*. Congrès du Sud-Ouest Navigable, tenu à Bordeaux, 1902.

comprise entre 1.400 et 1.800 mètres, et l'humidité va en décroissant à partir de cette zone aussi bien lorsqu'on s'élève que lorsqu'on descend.

C'est à ce fait météorologique que nous comparerons certaines particularités curieuses de la distribution géographique des végétaux.

*
* *

Dans la zone inférieure des Pyrénées, qu'on peut appeler *zone du châtaignier et du chêne*, et qui ne dépasse guère l'altitude de 1.000 mètres, on trouve, à des cotes variant de 500 à 1.000 mètres, et exclusivement sur les crêtes calcaires, jurassiques ou crétacées, des stations importantes de plantes considérées comme *alpines*; on retrouve naturellement ces plantes dans leur habitat régulier des grandes hauteurs (au-dessus de 2.000 mètres), mais on ne les rencontre pas, ou on ne les rencontre que très exceptionnellement, entre ce dernier habitat et les stations anormales de la zone inférieure. Voici une liste de *plantes alpines* qui présentent cette particularité, c'est-à-dire *qui paraissent fuir la zone humide* comprise entre 1.000 et 1.900 mètres, tout en descendant au-dessous de 1.000 mètres :

Salix reticulata L.
Antirrhinum sempervirens Lap.
Rhamnus pumila L.
Asperula hirta Ram.
Passerina dioïca Ram.
Passerina nivalis Ram.
Aster pyrenæus D. C.
Aster alpinus L.
Potentilla alchemilloïdes Lap.
Globularia nana D. C.
Androsace villosa L.
Saxifraga longifolia Lap.
Saxifraga Aizoon L.
Saxifraga Aretioïdes Lap.
Dryas octopetala L.
Ranunculus Thora L.
Linaria alpina D. C.
Iberis sempervirens L.
Silene quadrifida L.
Silene rupestris L.
Silene saxifraga L.
Buplevrum ranunculoïdes L.
Alchemilla alpina L.
Erysimum Cheiranthus Rchb.
Cotoneaster vulgaris Lindl.
Kernera saxatilis Rchb.
Hypericum nummularium L.
Arbutus alpina L.
Arbutus Uva-Ursi L.
Botrychium Lunaria Sw.
Arabis alpina L.
Anthyllis montana L.
Erinus alpinus L.
Gentiana acaulis L.
Gentiana verna L.
etc., etc.

Comme contre-partie, on peut signaler que des *plantes des régions basses* ont des stations à des altitudes élevées, comprises entre 1.800 et 2.300 mètres, tandis qu'*elles font presque complètement défaut* dans la zone intermédiaire, c'est-à-dire *dans la zone baignée par les strato-cumulus*.

Exemples :

Teucrium pyrenaïcum L.
Teucrium Chamædrys L.
Daphne Cneorum L.
Fritillaria pyrenaïca L.
Allium fallax Don.
Asphodelus albus Willd.
Narcissus pseudo-Narcissus L.
Allium Schœnoprasum L.
Nignitella angustifolia Rich.
Helianthemum canum Dun.
Erythronium Dens-canis L.
Centaurea montana L.
Scilla verna Huch.
etc., etc.

En résumé, un certain nombre de plantes auxquelles l'humidité ne convient pas et qui ont besoin d'une assez grande quantité de chaleur solaire ne réussissent pas à se maintenir dans la zone de grande fréquence des nuages ; elles en disparaissent rapidement lorsqu'elles s'y trouvent semées par les vents ou par toute autre cause.

Il faut cependant remarquer que ces espèces ne manquent pas totalement dans la zone humide ; mais elles y sont rares, beaucoup plus rares que plus haut ou plus bas, et, lorsqu'on les y trouve, on constate toujours que leur présence se rattache à une particularité sur laquelle il est bon d'appeler l'attention : c'est qu'elles poussent alors sur des crêtes rocheuses, abruptes, recouvertes par places d'une mince couche de terre ne retenant pas l'humidité, terre d'ailleurs réchauffée par la masse rocheuse qui conserve assez longtemps la chaleur reçue du soleil pendant les éclaircies.

Il existe donc, pour ainsi dire, des *îlots* dans lesquels les espèces ci-dessus désignées peuvent se rencontrer quelquefois.

*
* *

Les mêmes observations générales s'appliquent au cas particulier des *pâturages* situés dans la zone humide, cas que nous allons maintenant examiner.

D'après ce qui précède, on peut prévoir que la flore de ces pâturages doit être relativement pauvre en espèces. L'observation démontre, en effet, qu'*entre 1.400 et 1.800 mètres d'altitude, le nombre des espèces qui forment les pâturages est restreint.*

Mais, si ces espèces sont peu nombreuses, leur puissance de végétation est considérable, et d'autant plus remarquable que la floraison, dans cette zone humide, très souvent privée de soleil, n'a lieu qu'exceptionnellement. La propagation se fait surtout par des rhizômes, et, d'autre part, les formes reptantes prennent un développement inusité. C'est donc un phénomène d'adaptation surtout marqué chez les plantes qui proviennent des régions basses, par exemple, chez quelques *Potentilla*, *Rumex*, *Veronica*, *Trifolium*, *Leucanthemum*, *Vicia*, etc., et chez *Poa annua* qui devient vivace. De même certaines plantes *alpines* qui, dans leur habitat normal, fleurissent et se reproduisent par graines, se propagent, dans la région que nous étudions, avec une très grande activité, par le mode spécial indiqué précédemment. Il en est ainsi chez des *Sempervivgum*, *Saxifraga*, *Galium*, *Androsace*, etc., etc., qui forment d'immenses tapis stériles.

Il semble donc que, dans la zone considérée, où la floraison ne se fait presque pas, et où la reproduction par graines est insuffisante, les seules espèces fourragères qui résistent et se maintiennent sont celles qui peu-

vent, ou devenir vivaces, ou, étant vivaces, se propager par rhizômes, dans un sol humide, favorable à ce mode de végétation.

On peut encore déduire de ces faits que, sur le versant Nord des Pyrénées centrales, les pâturages situés entre 1.400 et 1.800 mètres d'altitude doivent résister beaucoup mieux que les autres à la destruction progressive que les troupeaux (surtout les moutons) tendent à produire.

Cette destruction a pour causes principales, en effet :

1° La présence des troupeaux avant la floraison, d'où impossibilité de la reproduction par graines ;

2° La dégradation du sol par le piétinement des animaux.

Or, les plantes de la zone brumeuse ne se reproduisent presque pas par leurs propres graines, et le sol, moins sec, moins friable, est encore consolidé par les formes reptantes des végétaux.

En fait, on constate très souvent cette différence d'état entre les pâturages de la zone humide et ceux situés au-dessus et au-dessous de cette zone.

***

Nous pouvons encore citer d'autres faits qui se rattachent à la présence fréquente du brouillard (c'est-à-dire des nuages de vapeur) entre 1.100 et 1.900 mètres : ce sont de singulières anomalies dans l'ordre d'apparition des floraisons. La règle générale, comme on le sait, est que, pour une même espèce, les plantes fleurissent d'autant plus tard qu'elles poussent à une altitude plus élevée.

Or, chez divers végétaux de la zone subalpine qui, dans certaines montagnes, remontent jusqu'à 1.800 mètres, il n'est pas rare que *la floraison* paraisse d'abord à cette dernière altitude et *se propage de haut en bas :* cela tient à l'action de la radiation solaire, beaucoup plus forte et plus fréquente *au-dessus* de 1.800 mètres qu'au-dessous, puisque la couche des *strato-cumulus* inférieurs dépasse rarement cette altitude.

Il en est ainsi, par exemple, pour :

Dianthus monspessulanus L.	Calluna vulgaris Salisb.
Carduus carlinæfolius Lam.	Hieracium Pilosella L.
Epilobium spicatum Lam.	Linaria supina Desf. ; etc., etc.

Autre fait curieux : presque chaque année, sur des plantes de la plaine qui remontent plus haut que 2.000 mètres, on assiste, entre le 1er et le 20 octobre, à une *deuxième floraison abondante des exemplaires situés vers 2.000 mètres d'altitude*; tandis que les individus placés plus bas ne présentent généralement qu'une floraison rare ou nulle. Ici, la deuxième floraison se rattache évidemment à l'intensité de la radiation solaire qui, très grande à 2.000 mètres (au-dessus de la zone brumeuse), diminue *très vite*, quand on descend, c'est-à-dire quand on pénètre dans la couche atmosphérique où les nuages sont le plus fréquents.

Citons comme exemples :

Bellis perennis L.	Lotus corniculatus L.
Taraxacum Dens leonis L.	Fragaria vesca L.
Capsella bursa-pastoris Mœnch.	Polygala vulgaris L.
Leucanthemum vulgare Lam.	Chenopodium Bonus Henricus L.
Caltha palustris L.	Thymus Serpyllum L.
Cerastium arvense L.	etc., etc.

Nous noterons enfin, que, *dans notre région d'observations*, les sapins s'arrêtent vers 1.800 mètres d'altitude, c'est-à-dire n'émergent guère au-dessus de la couche atmosphérique humide, tandis que les sapins de montagne (*Vinus montana* Mill.) ne commencent qu'à la limite supérieure de cette couche.

* * *

A partir de la zone alpine inférieure (2.000 à 2.600 mètres), l'influence des couches inférieures de nuages cesse à peu près complètement et il n'y a plus d'anomalies; cette zone est, en effet, dans les Pyrénées centrales (versant Nord), *la plus régulière comme phases de végétation.*

MM. C. GERBER et J. COTTE

Professeurs à l'École de Médecine (Marseille).

UNE CENTAURÉE A ESSENCE D'AMANDES AMÈRES (1).

— 5 août. —

Les parties vertes du *Centaurea aspera* L, contusées, puis soumises à la distillation à la vapeur, après vingt-quatre heures de macération dans l'eau à la température ordinaire, donnent un liquide qui, distillé ensuite en présence de sulfate ferreux et de chaux, abandonne une essence.

Cette essence est plus lourde que l'eau ; elle forme avec le bisulfite de sodium une combinaison décomposable par les carbonates alcalins et accuse ainsi son caractère aldéhydique.

En s'oxydant à l'air, elle donne naissance à des cristaux d'acide benzoïque. Enfin, le goût et l'odeur de ses solutions dans l'eau sont également caractéristiques : nous avons affaire à de l'aldéhyde benzoïque ou essence d'amandes amères.

Cet aldéhyde est accompagné, dans l'eau distillée, par de l'acide cyanhydrique, reconnaissable à son odeur, à son action sur le papier picrosodé de M. Guignard et au bleu de Prusse qu'il donne facilement avec un mélange de sulfate ferreux et ferrique.

(1) Sections de Botanique et de Chimie réunies.

Ces deux corps ne sont pas libres dans la plante, mais combinés à l'état de glucoside du groupe de l'amygdaline. Ce glucoside se rencontre principalement dans les parties vertes du végétal (feuilles et tiges vertes), ou dans celles qui l'ont été à un moment donné (feuilles mortes, jaunes, desséchées). Il n'empêche nullement les insectes et acariens cécidogènes de se développer aux dépens des parties vertes du végétal, et certains auteurs considèrent la plante comme un bon fourrage.

Aussi doit-on considérer ce glucoside, non comme une substance de défense ou de réserve, mais, conformément aux idées de Treub, comme un des échelons de la synthèse des matières albuminoïdes.

M. C. GERBER

LES PRÉSURES ET LEURS ANTICORPS NATURELS (1)

— 5 août —

Les présures ou diastases coagulant le lait, qu'elles soient végétales ou animales, se comportent, vis-à-vis des divers agents chimiques et physiques, comme les autres diastases.

a) Les sels neutres des métaux alcalins, contrairement à l'opinion émise par certains auteurs, sont, en effet, ainsi que les sels alcalino-terreux, accélérateurs à faible dose, retardateurs à forte dose de la caséification du lait par les présures ;

b) Les acides sont, suivant leur nature minérale ou organique, le nombre de leurs fonctions acides, la grosseur de leur molécule, ou accélérateurs à toute dose, ou accélérateurs à faible dose et retardateurs à forte dose, ou retardateurs à faible dose et accélérateurs à forte dose, ou bien enfin retardateurs à toute dose ;

c) Quant aux albuminoïdes coagulables par la chaleur (telles que celles du sérum sanguin, de l'œuf, du lait, etc.), elles sont, en général, retardatrices et même, si la dose est un peu forte, empêchantes ;

d) La loi de proportionnalité qui relie la vitesse de coagulation à la quantité de présure se vérifie dans des limites d'autant plus étroites que la température est plus élevée ;

e) La dialyse ou la dilution des présures végétales fait apparaître un

(1) Sections de Botanique et de Chimie réunies.

précipité soluble dans une solution à 5 0/0 de NaCl et alors très actif, tandis que le liquide filtré est peu ou pas actif;

f) Tous ces faits montrent les relations très étroites qui relient les albuminoïdes coagulables par la chaleur aux diastases présurantes et aux antiprésures.

M. C. Eg. BERTRAND

Professeur à la Faculté des Sciences (Lille).

SUR DES FIGURES CRISTALLOIDES ET BACILLAIRES QUI SE SONT PRODUITES PENDANT L'ALTÉRATION DE L'ENDOSPERME DE QUELQUES GRAINES SILICIFIÉES

— 7 août. —

1. — Les formes cristalloïdes et bacillaires que je vais décrire ont été observées dans l'endosperme, exceptionnellement bien conservé, de quelques graines silicifiées. La conservation particulièrement favorable est attestée, non seulement par la présence des membranes cellulaires dans quelques parties de ce tissu, mais aussi par l'état des éléments voisins. Ainsi on voit souvent dans ces derniers le noyau de chaque masse cellulaire. Dans ce cas, il s'agit d'organites existant normalement dans la cellule, rendus plus visibles par une sorte de coloration élective. Dans le cas des figures cristalloïdes et bacillaires, il semble que la tinction a mis en évidence *des produits concrétés formés au cours de l'altération des cellules endospermiques*. La production par voie d'altération de pareilles figures est importante à connaître parce qu'elle nous met en garde contre l'attribution trop facile de figures analogues soit à des bactéries, soit à des organites normaux de la cellule. Ces figures ne sont pas propres à un genre de graine. Par contre c'est seulement dans le tissu endospermique qu'on les a rencontrées. Ceci indique qu'elles sont en relation immédiate avec une certaine constitution chimique initiale de ce tissu chez les graines digones anciennes.

2. — La préparation qui nous a montré *les figures cristalloïdes* de la façon la plus nette est le n° B. 196; c. 9 = 9524 de la collection Renault *(fig. 6, Pl. II)* (1). C'est une coupe méridienne antéro-postérieure d'une graine dénudée. Elle provient du *Cardiocarpus sclerotesta* B. R. (2), graine *El.* La région de l'endosperme voisine du fond du sac embryonnaire et placée un peu à droite de l'axe HM est la moins altérée. Si, partant

(1) Ad. Brongniart : *Recherches sur les graines fossiles silicifiées,* Paris, 1881.

(2) C. Eg. Bertrand : *La spécification des Cardiocarpus silicifiés de la Collection B. Renault. Bull. Soc. Bot. de France,* 26 juin 1908.

de cette plage, on s'élève le long du flanc *p* jusqu'à la coupure supérieure; si on suit cette coupure supérieure de *p* en *a*, si enfin on explore la région antérieure de l'endosperme en descendant vers le fond du sac embryonnaire, on assiste à la genèse des figures cristalloïdes et à leur écroulement (1).

3. — Dans leur état de développement le plus complet, les corps cristalliformes et macrobacillaires sont des petites tablettes prismatiques, hexagonales. Elles sont donc : hexagones quand on les voit de face ; rectangulaires, à extrémités fuyantes, quand on les voit par la tranche. Dans leur aspect hexagonal, on dit corps cristalloïdes ; dans leur aspect rectangulaire, on dit gros bâtonnets macrobacillaires. Ce sont des corps brun-foncé presque noirs. Leurs dimensions moyennes sont :

Diamètre de l'hexagone . .	40 à 50 μ.
Longueur du rectangle. . .	30 à 40 μ (2).
Épaisseur du rectangle. . .	8 μ.

Il y a des variations de forme tenant à la réduction et même à la suppression de 1 ou 2 côtés. Il arrive ainsi qu'un côté s'agrandit beaucoup et s'incurve en devenant concave en dedans. Les tablettes sont ordinairement solitaires, bien plus rarement couplées, accolées, l'une débordant l'autre, parallèles ou croisées. Dans cette préparation, les cristalloïdes très nombreux frappent immédiatement par leur forme et leur coloration.

4. — Chaque tablette comprend une enveloppe brun-clair et une masse intérieure lamellaire, brune également, mais beaucoup plus foncée. Cette dernière plus fortement rétractée est séparée de l'enveloppe qui la borde d'un contour clair membraneux. La masse intérieure est craquelée ou fissurée par des fentes de retrait ou beaucoup plus rarement vacuolisée. Dans la plage antéro-supérieure de la préparation, chaque tablette est encore enfermée dans un corps plasmique flou, brun très clair, très altéré, à structure réticulée. Il y est isolé dans une logette membraneuse saillante à la surface du sac. A la place d'un cristalloïde net, le sac plasmique peut présenter un amas de petits grains bruns dans lesquels on reconnaît les mêmes caractères : enveloppe brun-clair et contenu brun-foncé, comme s'ils représentaient, dans leur ensemble, un cristalloïde pulvérisé. Il y a aussi quelques bâtonnets bacillaires. Dans cette région, les fines membranes de l'endosperme ne sont plus visibles. La destruction de ces lames n'est peut-être pas encore complète, car les protoplastes y demeurent indépendants et bien séparés. Un peu plus bas, on retrouve même des restes de très fines membranes cellulaires entre des protoplastes encore plus

(1) Cette préparation a été spécialement étudiée par B. Renault au point de vue des microbes. Les cristalloïdes très visibles ont dû certainement attirer son attention. Je ne sache pas qu'il les ait signalés. Il ne me les avait pas montrés. Il ne m'en a jamais parlé.

(2) La longueur des tablettes vues par la tranche est sensiblement inférieure au diamètre de celles qui sont vues de face.

altérés dont les corps cristalloïdes sont libres. Dans cette nouvelle partie de la préparation, la masse brun-foncé des cristalloïdes est souvent décomposée en aiguilles encore enfermées dans une enveloppe commune, mais où certaines peuvent pointer à la surface. La masse brun-foncé peut aussi être réduite en menus fragments rejetés d'un côté de l'enveloppe qui parait alors partiellement vide. Dans la région antéro-inférieure du sac embryonnaire (1), autour des flocons brun-clair à filaments rayonnants rameux que Renault a considérés comme des amas mycéliens, il y a aussi de nombreux cristalloïdes. Ils sont libres, réduits, et plus petits que ceux signalés plus haut. La matière intérieure étant très diminuée, l'enveloppe parait plus large. Beaucoup sont à l'état de prismes quadrangulaires à pans coupés. Un grand nombre sont pulvérisés en fragments très petits encore ramassés. On tombe ainsi à des granulations micrococciformes ou plus rarement à de très petits bâtonnets bacillaires, tronqués aux deux bouts, avec masse noire axiale coupée en deux.

5. — Le mode de développement de ces figures parait être le suivant :

Stade 1. — *Protoplaste vacuolé écumeux.* — Dans le fond du sac embryonnaire, un peu à droite de l'axe HM, les cellules endospermiques ont conservé leur alignement rayonné. Celles qui touchaient la paroi du sac embryonnaire sont petites, plates. Les suivantes sont allongées radialement. Chaque cellule est représentée par son sac plasmique légèrement contracté et par sa paroi. Celle-ci est à l'état de mince membrane tendue entre les protoplastes. Or, il est extrêmement rare de retrouver conservées les cloisons des endospermes, c'est pourquoi j'ai insisté dès le début sur la conservation exceptionnelle que ce tissu présentait dans cet échantillon. Les sacs plasmiques sont à l'état de masses ovoïdes irrégulières, montrant de grosses vacuoles qui leur donnent un aspect écumeux. Les lames séparatrices des vacuoles sont plus ou moins amincies, fortement colorées. Dans aucune d'elles, je ne parviens à reconnaître ni le noyau cellulaire, ni un corps cristalliforme. Par comparaison avec les cellules très bien conservées où l'on distingue facilement le noyau et les organites cellulaires, il semble bien que cet état écumeux indique un premier degré d'altération.

Stade 2. — *Vacuoles agrandies. Pelotons des plages minces.* — Dans un état plus avancé, les vacuoles sont très agrandies. Les lames plasmiques amincies, brun-clair, sont parsemées de grumeaux foncés irréguliers, très inégaux. Il subsiste encore quelques plaques plus épaisses brun-foncé. On ne voit pas de noyaux.

Stade 3. — *Le sac plasmique éclairci. Les pelotes vacuolisées.* — Le sac plasmique se présente comme une masse floue, brun-clair, réticulée, sans noyau visible. Les pelotes brun-foncé devenues moins nombreuses, mais plus grosses, sont ramassées sur un côté du sac plasmique où elles font saillie. Elles sont irrégulières, inégales, vacuolisées. On dirait qu'elles tendent à se réunir en une seule.

Stade 4. — *Régularisation de la forme des pelotes vacuolisées. Condensation en cristalloïdes.* — Ultérieurement, les pelotes les plus compactes régularisent leur contour ; elles passent à l'état des prismes hexagonaux très courts, logés dans une

(1) Partie gauche par rapport à HM.

chambrette du sac plasmique. On voit alors l'opposition de la membrane claire et du contenu plus foncé. Souvent, au lieu de prendre l'aspect de tablettes hexagonales, les pelotes vacuolisées du stade 3 sont remplacées par une poussière de petits fragments qui peuvent descendre à la taille des corps micrococciformes. On dirait qu'il y a alors accélération de la destruction des pelotes brunes vacuolisées sans arrêt au stade cristalliforme.

6. — Sur la préparation B. 196. C. 10 = 9525 prise dans le haut du même sac embryonnaire, au niveau de ses deux corpuscules *(fig. 4. Pl. II)*, on trouve encore dans la partie antérieure (1) quelques cristalloïdes petits et déformés, des masses pulvérisées et quelques très rares bâtonnets bacilliformes. Ce sont les mêmes corps presque toujours isolés. Doit-on leur rapporter également les masses brunes fripées intercalées entre les éléments endospermiques sur le reste de la préparation ? Cela est possible pour quelques-unes, mais le fait n'est pas établi pour les autres. Il y a là un point à compléter sur de meilleurs documents.

7. — La forme bacillaire des cristalloïdes et ses réductions sont surtout visibles dans une graine Dp. préparation 9495 (2). Les cristalloïdes y sont localisés sur le pourtour de l'endosperme. Ils sont à l'état de bâtonnets tronqués aux deux bouts. Chaque bâtonnet présente une enveloppe claire opposée à son contenu brun-foncé. Vu par le pôle ou en section, le bâtonnet est carré ou hexagonal. Le contenu du bâtonnet occupe la moitié ou les deux tiers de son épaisseur. Il est souvent rompu en deux transversalement, d'où un aspect de diplobacille.

Les dimensions sont :

Longueur	12 à 20 μ
Largeur	4 à 6 μ

D'une part, la taille peut se relever à celle des cristalloïdes déformés signalés dans la coupe 9525, de l'autre la taille s'abaisse à 3 $\mu \times 1$ μ. Dans les très petits bâtonnets la membrane entourante est difficilement visible.

8. — Nous ne possédons actuellement aucune indication sur les principes immédiats qui apparaissent pendant l'altération des endospermes non fécondés. Il nous paraît donc préférable de laisser entière la détermination de la matière qui a donné les figures cristalloïdes et bacillaires que nous avons signalées. Si l'on songeait à des corps gras se concrétant de la sorte, je signalerai à titre d'indication que les gouttes huileuses exsudées par l'un des corpuscules, préparation 9525, n'ont pas cet aspect. Elles restent à l'état de gouttelettes. C'est à l'état de gouttelettes que se présentent les globulins des graines de *Codonospermum anomalum* et les gouttes huileuses des œufs d'Arthroon.

(1) Région droite de la préparation.

(2) Renault a inscrit *Cardiocarpus* sur cette préparation. Je crois qu'il s'agit d'une graine rhabdocarpienne, vu le développement des plaques tylaires.

M. Jean FRIEDEL
Docteur ès Sciences (Paris).

REMARQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU PISTIL CHEZ LES MALVACÉES

— 7 août —

En étudiant la structure anatomique du pistil des Malvacées, soit dans la fleur complètement formée (*Congrès de Reims*, août 1907), soit dans le bouton aux divers stades de son développement (*C. R. Acad. des Sciences*, 13 avril 1908), mon attention a été attirée par deux faits principaux :

1° Les styles des Malvacées, organes à symétrie bilatérale, ayant la valeur morphologique de feuilles, forment en se réunissant un organe à symétrie rayonnée disposé comme une tige. C'est, en quelque sorte, une réalisation, dans un cas très particulier, de la théorie des « phytons », « une tige formée par une somme de queues de feuilles » ;

2° Dans les genres *Althæa* et *Malva*, la fleur, au cours de son développement, passe par un stade que l'on pourrait appeler « stade gymnosperme ». A une époque où l'androcée est parfaitement différencié et où on distingue même des cellules-mères de grains de pollen, on observe des carpelles avec des ovules bien formés, mais sans styles ni stigmates. En pratiquant des coupes longitudinales dans de plus jeunes, boutons d'*Althæa rosea*, avant l'apparition des ovules, on constate que, pendant un temps très court, la cavité carpellaire formée par invagination est en libre communication avec l'extérieur. Plus tard, les bords du carpelle s'accolent et la cavité devient close.

Ainsi, la fleur d'*Althæa*, pendant une courte période de son existence, est réellement gymnosperme. Le fait présente quelque intérêt au point de vue de la théorie de l'évolution.

On connait le principe généralement admis du parallélisme entre l'ontogénie et la phylogénie. Si les Angiospermes dérivent des Gymnospermes, ce qui est assez vraisemblable, il n'est pas étonnant qu'on trouve chez eux, à un certain moment, une fleur sans stigmate ni style, à carpelles ouverts comme les fleurs des Gymnospermes. Le fait semble avoir été déjà entrevu par Payer. Voici en quels termes il s'exprime :

> Dans l'*Hibiscus syriacus*..., au fond du tube staminal, on aperçoit, d'abord, disposés en verticille et superposés aux sépales, cinq mamelons au pied de chacun desquels, du côté interne, se creuse une petite fossette. Ces cinq mamelons sont les rudiments des styles et les cinq petites fossettes les rudiments des loges de l'ovaire. (*Traité d'Organogénie comparée de la fleur*, Paris, 1857, p. 29.)

Il semble que cette description indique assez clairement le stade gymnosperme que j'ai pu observer avec plus de précision, grâce à la méthode

des inclusions dans la paraffine. Il est assez curieux de remarquer que la comparaison avec les Gymnospermes ne pouvait venir à l'esprit de Payer puisqu'il rangeait encore les Conifères dans les Amentacées.

En continuant cette série de recherches sur le pistil des Malvacées, j'ai disséqué un grand nombre de jeunes boutons d'*Hibiscus syriacus :* le développement suit une marche très différente de celle que l'on observe chez l'*Althœa ;* le stade gymnosperme manque. Il est curieux que Payer l'ait justement signalé chez cette Plante; il y a peut-être eu erreur de détermination sur l'échantillon qu'il décrit.

Chez toutes les Malvées, les styles en nombre égal à celui des carpelles forment un bouquet qui s'épanouit au-dessus d'un tube résultant de la coalescence des filets des étamines. Vers la base, les styles se réunissent en un organe unique d'une faible longueur.

On peut distinguer deux grands groupes suivant la disposition du stigmate.

Chez *Malva*, *Althœa*, *Malope*, etc..., les papilles stigmatiques recouvrent toute la partie non coalescente des styles. Chez *Hibiscus* et *Malvariscus*, au contraire, les papilles sont localisées sur des renflements terminant chacun un style, le reste du style étant parfaitement lisse.

Chez l'*Althœa rosea*, le pistil ne se développe que lorsque les étamines sont déjà parfaitement constituées; les cavités carpellaires ne se creusent qu'à une époque où l'on peut déjà distinguer les cellules-mères des grains de pollen. La corolle ne se forme que lorsque l'androcée est déjà différencié, comme Duchartre l'avait remarqué. Chez l'*Hibiscus*, au contraire, à un stade où l'androcée n'est encore représenté que par de petites lames indifférenciées, il y a des pétales plissés tout à fait semblables à ceux de la fleur épanouie et un pistil avec des carpelles foliacés et des styles terminés chacun par un renflement recouvert de papilles stigmatiques.

Chez les fleurs du type *Malva*, les papilles stigmatiques n'apparaissent que tout à fait à la fin du développement, lorsque la structure de tous les organes est à peu près la même que dans la fleur épanouie; chez l'*Hibiscus*, au contraire, l'apparition des papilles est très précoce. Ainsi, des fleurs se ressemblant beaucoup, ne différant entre elles que par la disposition du stigmate, se développent de manières absolument opposées. Chez l'Hibiscus, les premiers stades de l'évolution ontogénique sont très lents et, vers la fin du développement, le mouvement s'accélère tellement qu'il est très difficile de saisir le moment où les étamines se différencient. Je serais assez porté à croire que l'*Hibiscus*, avec ses stigmates condensés, représente un type plus évolué que les genres *Malva*, *Althœa*, etc..., la rapidité du développement final serait, peut-être, un cas de tachygenèse. De semblables hypothèses doivent d'ailleurs être énoncées sous toutes réserves. Dans la fleur d'*Hibiscus* lorsqu'il n'y a pas encore d'étamines, les styles

sont complètement séparés, la coalescence de la base des styles n'a lieu qu'après coup. On voit donc, qu'au moins dans le cas très particulier du pistil des Malvacées, la théorie des phytons correspond à la réalité, même si l'on ne croit pas devoir généraliser l'application de cette théorie. On a un organe à symétrie de tige bien réellement formé par la réunion d'organes à symétrie foliaire qui existaient antérieurement.

Ces quelques observations sur le développement du pistil des Malvacées présentent ainsi un certain intérêt au point de vue du principe du parallélisme entre la phylogénie et l'ontogénie et de la théorie des phytons qui, dans une certaine mesure, peut être considérée comme une application particulièrement hypothétique de ce principe.

Quelques objections qu'on puisse faire à ces vues théoriques, on peut toujours les considérer comme des hypothèses commodes pour grouper les faits. On peut remarquer, en terminant ces quelques réflexions, que les faits qui semblent indiquer un parallélisme entre l'ontogénie et la phylogénie, si nombreux dans le règne animal, ont été jusqu'ici fort peu signalés dans le règne végétal.

Il semble y avoir quelque intérêt à rechercher ces faits, tout en se souvenant du caractère un peu artificiel et toujours provisoire qu'ont de semblables interprétations.

M. O. LIGNIER

Professeur à l'Université (Caen).

ESSAI SUR L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE DU RÈGNE VÉGÉTAL

— 7 août —

On sait combien, dans la nature actuelle, certains milieux très spécialisés sont capables d'imprimer aux diverses plantes qui les habitent un aspect commun malgré des origines souvent très différentes. La flore des déserts, celle des palétuviers, celles des eaux saumâtres, des dunes, des marais, des débris organiques, etc., fourmillent d'exemples qui le démontrent. Pour les mêmes raisons, deux plantes de la même famille peuvent prendre des aspects très divers.

En a-t-il toujours été ainsi aux époques géologiques?

Certes il est logique d'admettre que toujours le milieu a influé sur la morphologie de la plante, mais il semble bien qu'à l'origine, les milieux spéciaux aient été moins nombreux, moins fragmentés qu'à l'époque actuelle. Si, par exemple, nous considérons le milieu spécial constitué par les régions lagunaires, à climat équatorial de l'époque carbonifère,

nous le voyons régner sur une étendue considérable de la surface terrestre et son uniformité nous est attestée par la remarquable uniformité de sa végétation.

Ce n'est que plus tard pendant l'époque secondaire et, plus encore, pendant l'époque tertiaire que les milieux biologiques tendirent à se restreindre, à se multiplier et à se spécialiser davantage, entraînant comme conséquence des adaptations diverses de plus en plus multipliées, de plus en plus énergiques des plantes qui les habitaient.

On comprend combien ces adaptations spéciales indépendantes de la généalogie doivent nous rendre difficile la reconstitution des phases par lesquelles est passée la forme générale des plantes à mesure que se produisait l'évolution du règne végétal, c'est-à-dire, en un mot, combien elles nous rendent difficile de retrouver les lignes générales de l'évolution morphologique des plantes au cours des temps passés. Toutefois, de ce qui vient d'être dit ci-dessus, il résulte aussi que la difficulté se présente surtout en ce qui concerne les plantes les plus récentes et qu'elle est moindre en ce qui concerne les plantes anciennes.

D'autre part, dans le corps d'une plante adaptée, il subsiste presque toujours quelques parties plus ou moins étendues qui n'ont pas subi cette adaptation et qui permettent de retrouver les affinités réelles. De telle sorte que, finalement, il devient d'ordinaire possible, malgré les variations de la forme, de retrouver le groupement auquel appartient une plante donnée, même fossile, et, comme conséquence, d'arriver, dans une certaine mesure, à reconstituer le type morphologique moyen des divers groupements.

En procédant de la sorte pour arriver à la reconstitution des types morphologiques moyens, puis en les comparant entre eux, organe à organe, enfin en tenant compte de l'ordre d'apparition de ces types à la surface de la terre, ou mieux de nos connaissances actuelles sur les grandes lignes de la généalogie du règne végétal, je crois être parvenu à comprendre l'évolution subie par la morphologie de la plante au cours des âges. Ce sont les résultats de cette étude que je voudrais esquisser ici dans ce qu'ils ont de plus général (1).

ORIGINE DES PLANTES A PORT AÉRIEN

A. — Il semble bien que les premières plantes apparues à la surface de notre globe se soient développées dans la mer et aient appartenu à l'em-

(1) Les faits morphologiques intéressants au point de vue évolutif sont excessivement nombreux, surtout depuis que les belles découvertes paléobotaniques de ces dernières années sont venues diriger nos pas au milieu de toutes les difficultés de la recherche. Il en est, par suite, un grand nombre qui, malgré leur intérêt, ont dû être laissés de côté dans cet *Essai*. Je me bornerai simplement à y signaler ceux qui intéressent les grandes lignes de l'évolution morphologique du Règne végétal et même, parmi ces derniers, ceux seulement qui m'ont paru plus en rapport avec la compréhension que je me suis faite de la succession des formes.

branchement des Algues. Mais les documents que nous possédons sur cette flore primitive sont trop informes pour nous permettre de disserter sérieusement sur leur morphologie. A ce point de vue ils nous sont même moins utiles que la connaissance des algues actuelles.

B. — L'envahissement des régions terrestres a vraisemblablement tout d'abord commencé par les terrains humides, peut-être exondés, situés au voisinage de la mer et c'est là que se différencièrent les premières plantes dont la dissémination par spores devint *aérienne*. Leur thalle pouvait être encore aquatique ou peut-être déjà couché sur le sol humide, mais certaines de ses branches se redressaient pour élever hors de l'eau des sporanges terminaux et mettre ainsi à la portée du vent les spores qui devaient aller envahir les territoires voisins. Ce sont ces plantes qu'ailleurs (1) j'ai appelées *Prohépatiques*.

Leurs glandes sexuées étaient peut-être déjà des *archégones* et des *anthéridies* analogues à ceux des Hépatiques actuelles ; mais, plutôt, elles se rapprochaient davantage des poils sexués de certaines algues vivant aux niveaux marins supérieurs, en particulier des Cutlériées chez lesquelles toutes les cellules du poil sont également productrices de gamètes, les poils mâles et les poils femelles ne se différenciant guère que par la taille et le nombre des cellules constituantes.

En tous cas, il arriva un moment où il se produisit, dans ces poils, une spécialisation des cellules superficielles pour la protection du reste de la glande et ainsi se constitua l'assise d'enveloppe qu'on observe chez les Archégoniates.

D'autre part, à l'intérieur des poils femelles, les cellules sexuées cessèrent progressivement de l'être toutes à un même degré ; l'une d'elles devint l'oosphère privilégiée, alors que ses sœurs se transformaient en cellules du canal.

On sait du reste que les anthéridies et les archégones, une fois caractérisés, se sont conservés pendant très longtemps sans grande modification dans la descendance.

Chez les Prohépatiques, le cycle vital comprenait deux phases (sporophyte et gamétophyte) comme, du reste, cela existait déjà vraisemblablement chez leurs ascendants marins. Il est probable que, pendant ces deux phases, leur thalle était également lamelleux *dichotome* et, ainsi que je l'ai déjà dit plus haut, soit encore aquatique, soit déjà couché sur le sol humide ; seules les extrémités sporangifères se redressaient déjà dans l'air.

Dans la suite, le thalle tendit à se redresser de plus en plus, pour devenir finalement plus ou moins aérien et former les appareils dichotomes

(1) *Equisétales et Sphénophyllales. Leur origine filicinéenne commune. (Bull. soc. Linn. de Normandie,* 5e série, t. VII, p. 93, Caen 1903.)

qu'ailleurs (*loc. cit.* p. 95) j'ai dénommés *cauloïdes*. Sur ces derniers apparurent des poils lamelleux qui se transformèrent de même en des sortes de petites feuilles (*phylloïdes*).

PLANTES A PORT AÉRIEN

Appareil végétatif. — C. — Dans la descendance de ces Prohépatiques la différenciation morphologique du corps de la plante se fit suivant deux directions.

Chez les uns *(Muscinées)*, la phase gamétophyte prit une grande importance au point de vue végétatif : à elle seule, elle forme presque tout l'appareil visible; presque seule, elle constitue ce que nous appelons l'hépatique ou la mousse.

Par contre, la phase sporophyte se réduisit énormément et cette réduction se montra comme la conséquence de ce que :

1° L'oosphère, devenue unique, cessa d'être mise en liberté pour la fécondation ;

2° L'embryon résultant de la fécondation resta lui-même emprisonné à l'intérieur de la glande mère (Archégone). Ne trouvant ainsi que peu de nourriture à sa disposition, vivant en quelque sorte en parasite, il réduisit son développement jusqu'à n'être plus, en quelque sorte, qu'un sac à spores plus ou moins pédonculé *(sporogone)* (1).

Chez les autres *(Plantes vasculaires)*, ce fut l'inverse. C'est la phase gamétophyte qui subit une extrême réduction, tandis que la phase sporophyte devenait végétative. Cette dernière, en outre, prenait un développement inconnu chez les Muscinées, même dans leur phase gamétoophyte, grâce, peut-être, à la spécialisation de certains cauloïdes envasés qui se transformaient en appareils d'absorption *(racines)* (2). Consécutivement, les tissus servant au transport des liquides acquéraient, dans toutes les parties du corps de la plante, un perfectionnement inconnu jusque-là et se recouvraient de cette ornementation si spéciale, qui caractérise tout l'embranchement.

(1) Ce cas semble comparable à celui des Balanophorées, en particulier des Apodanthées. N'est-il pas également comparable dans une certaine mesure à celui de la plantule des végétaux supérieurs ? En effet, chez les ancêtres cycadofilicéens de ces derniers, l'oosphère fécondée au contact du sol humide, là où la graine avait apporté côte à côte la macro- et la microspore, se développait *directement* en une adulte. Ce fut seulement lorsque cette oosphère vint à être fécondée de très bonne heure sur la plante mère de la graine, que la jeune plante, résultat de cette fécondation, ne trouvant plus les matériaux nutritifs en quantité suffisante et suffisamment durable, prit l'habitude d'interrompre sa végétation et de rester dans la graine à l'état de plantule.

(2) La trace de cette origine commune des cauloïdes aériens et des racines se retrouve chez les Lycopodinées, chez lesquelles la structure de ces deux sortes d'organes ne diffère bien souvent que par la présence ou l'absence de phylloïdes et des faisceaux qui les desservent. On peut citer encore à l'appui de la même opinion, l'origine exogène des premières racines de certains Lycopodes, celle des porte-racines des Sélaginelles, la ramification dichotomique des racines des Lycopodinées, ramification qui, aux époques géologiques, a subsisté encore chez les Filicinées, chez les Articulées, et même chez certaines Conifères.

Les racines ne sont donc, en somme, que les plus anciens des rhizomes.

D. — Sous l'influence de cette exubérance de végétation des premières plantes vasculaires et sous celle des nouvelles conditions de statique qui en résultèrent, l'appareil cauloïdal d'abord à disposition nettement dichotomique ne tarda pas à se sympodiser, certaines branches devenant prédominantes, tandis que les autres restaient plus faibles et subordonnées.

Toutefois, tandis que chez une partie de la descendance *(Lycopodinées)*, cette disposition ne frappait les cauloïdes que d'une façon en quelque sorte individuelle et ne provoquait, par suite, qu'une différenciation de l'appareil cauloïdal en branches d'importance variée, chez une autre partie *(Primofilicées)*, cette même sympodisation devenant collective appendiculariſait, par rapport à de grosses branches support, des *groupements entiers de cauloïdes* et préparait ainsi l'établissement des organes que chez ces plantes et chez leurs descendants nous dénommons *tiges* et *feuilles* (1).

Vers la même époque, sur ces groupements appendiculariſés, la cladodification de certains groupes de petits cauloïdes terminaux produisit les premières *pinnules*, dont l'apparition provoqua la disparition des phylloïdes par substitution fonctionnelle. Dans ces pinnules, la trace des cauloïdes constituants subsista longtemps encore sous forme de nervures dichotomes (2).

E. — Cette spécialisation des feuilles aux dépens de certains groupements de cauloïdes et celle des tiges aux dépens des cauloïdes qui les portaient, ont établi dans le port de l'appareil végétatif un état nouveau dont l'importance est devenue considérable dans la nombreuse descendance des Primofilicées, c'est-à-dire, en somme, chez toutes les plantes supérieures. On peut même dire que cette transformation domine toute la morphologie de leur appareil végétatif. De telle sorte qu'il est juste de grouper sous un même nom, celui de Phyllinées, toutes les plantes de ce vaste embranchement, réservant celui de Phylloidées à celles chez lesquelles la modification ne s'est pas produite.

Aux Phylloidées appartiennent les *Muscinées* **(Phylloïdées gamétophytées)** et les *Lycopodinées* **(Phylloïdées sporophytées)**; aux Phyllinées, les *Primofilicées*, les *Filicinées*, les *Cycadofilicées*, toutes les *Gymnospermes* et toutes les *Angiospermes*.

F. — Une fois constituée, la plante phyllinée se mit à évoluer suivant plusieurs directions.

a) Dans l'une de ces directions elle conserve, accentue même, à certains points de vue, la prépondérance de la feuille par rapport à la tige.

(1) Voir *loc. cit.*, p. 96 et suiv. et Lignier O.: *Sur l'origine des Sphénophyllées* (*Bull. Soc. Bot. de France*, t. LV, p. 279).

Des appendiculariſations analogues s'observent également chez certaines Sélaginelles et y simulent de même des sortes de feuilles découpées. Mais, ici, la différenciation ne va jamais jusqu'à la formation de pinnules terminales, ni jusqu'à la disparition des phylloïdes primitifs.

(2) Ce sont là des faits analogues à ceux que l'on retrouve sporadiquement chez les Phanérogames, par exemple, chez les *Phyllocladus*.

Celle-ci pourra même se réduire de manière à n'être plus qu'un bulbe ou un rhizome sur lequel s'insèrent des feuilles excessivement ramifiées, à croissance terminale persistante et longues souvent de plusieurs mètres (1).

Aux plantes de cette division, je donnerai le nom de **Macrophyllinées**, en y rattachant les *Primofilicées*, les *Filicinées*, les *Cycadofilicées*, les *Bennettitées* et les *Cycadées*.

Les Macrophyllinées peuvent, du reste, en se basant sur leur morphologie externe, être elles-mêmes divisées en deux grands groupes : celui des *Ptériodophyllinées* chez lesquelles l'aspect de la feuille est celui d'une feuille de Fougère, et celui des *Cycadophyllinées* avec feuilles à aspect de feuille cycadéenne.

b) Dans les autres directions de la descendance, la tige prend une plus grande place relative dans le port de la plante. Sa ramification est plus abondante ; ses entre-nœuds sont plus allongés. En même temps, par une sorte de compensation la feuille réduit la durée de sa croissance apicale et perd de sa puissance relative.

Mais cette modification dans les proportions relatives de la tige et de la feuille s'est produite à des degrés divers.

Dans le phylum qui renferme les *Cordaïtées*, les *Salisburyées* et toutes les *Conifères*, ainsi que, peut-être aussi, les *Gnétacées*, elle a été poussée à un degré extrême, aboutissant généralement, dans l'un des groupes les plus récents, celui des Thuyées, à la réduction squamiforme des feuilles. D'où le nom de **Microphyllinées** sous lequel je propose de ranger toutes les plantes de cette généalogie (2).

c) Dans le phylum des Angiospermes, la réduction relative des feuilles est beaucoup moindre. On peut dire qu'elle est intermédiaire entre le cas des Macrophyllinées et celui des Microphyllinées. Elle justifie le nom de *Mésophyllinées* par lequel je propose de désigner leur ensemble (3).

Son épanouissement commence justement vers l'époque où la spécialisation et la multiplication des milieux physiologiques, auxquels fait allusion le début de ma note, commençaient elles-mêmes à s'accentuer de façon considérable. C'est assurément là la raison d'être de cette variabilité extrême que présente la morphologie de l'appareil végétatif des Angiospermes, chez lesquelles nombreuses sont les plantes Dicotylédones et sur-

(1) Des faits analogues se sont reproduits ultérieurement dans d'autres sous-embranchements, en particulier dans celui des Monocotylédones.

(2) Chez les plantes les plus anciennes de ce phylum (Cordaïtées), les feuilles étaient encore de grande taille, mais elles avaient déjà une allure très spéciale si on les compare à celles des autres plantes de la même époque. D'ailleurs déjà chez les *Poacordaïtées*, puis chez les *Poroxylées* et les *Salisburyées* leur réduction devient plus nette. Elle s'accentue encore davantage avec les *Araucariées*, les *Dicranophyllum*, les *Trichopitys* et les *Czekanowskia* qui précèdent en quelque sorte les Conifères à feuilles aciculaires et squamiformes.

(3) Au point de vue de la morphologie de l'appareil végétatif, ce groupe des Mésophyllinées est certainement le moins homogène de tous ceux que nous venons de considérer. Mais il ne faut pas oublier qu'il est, sinon le dernier apparu, ce que nous ignorons encore, du moins le dernier épanoui à la surface de la terre.

tout Monocotylédones qui, par une remarquable convergence de forme, rappellent, les unes, le type Macrophylliné, les autres, le type Microphylliné.

d) Aux divisions précédentes, il me semble nécessaire d'en ajouter une autre de moindre importance et qu'à certains points de vue on devrait peut-être considérer comme rentrant dans celle des Macrophyllinées. Je veux parler de celle des **Articulées**.

J'ai, en effet, dans des publications récentes *(loc. cit.)*, montré que cet embranchement a dû se détacher des Macrophyllinées dès l'époque des Primofilicées dont il dérive. Il s'est caractérisé par l'apparition de la symétrie verticillée, par la réduction consécutive des feuilles et par le rangement radié de leurs folioles (1), enfin par l'aptitude à multiplier le nombre des plans axiaux de symétrie caulinaire.

Appareils disséminateur et reproducteur. — G. — Concurremment avec les modifications précédentes de l'appareil végétatif, il s'est produit, chez les Phylloïdées et les Phyllinées, des transformations successives dans la morphologie des appareils disséminateur et reproducteur. Ces transformations méritent, elles aussi, d'être signalées parce qu'elles fournissent des renseignements précieux, soit pour appuyer l'établissement des divisions précédentes, soit pour permettre d'y reconnaître des groupements secondaires.

a) Chez les *Muscinées* ou *Phylloïdées gamétophytées*, l'appareil sporangifère et les appareils reproducteurs semblent être restés à peu près du même type que chez les Prohépatiques.

b) Chez les *Lycopodinées* ou *Phylloïdées sporophytées*, les appareils reproducteurs sont encore relativement peu modifiés. Mais il n'en est plus de même de l'appareil sporangifère.

Les sporanges terminaux, dressés, y sont devenus nettement bivalvaires à valves longitudinales *(Psilophyton)*. D'abord isolés au sommet de branches égales (Propsilotées), ils ne tardèrent pas soit à se grouper en de petits épis à aspect de synanges (sporanges bi ou triloculaires), comme chez les Psilotées, soit, en restant isolés sur un ensemble de cauloïdes fortement sympodisé, à se disperser le long des cauloïdes prédominants et à s'y ordonner par rapport aux phylloïdes, de façon à paraître nés dans leur aisselle ou sur leur base (Lycopodiacées) (2).

(1) Il s'est passé, chez ces plantes primitives, quelque chose d'analogue à ce qu'il est si facile d'observer chez les *Galium*, chez lesquels, bien qu'à chaque nœud il n'existe que deux plans foliaires confondus en un seul et toujours parfaitement reconnaissables dans la structure anatomique, la morphologie externe montre cependant une symétrie radiée avec plans de symétrie plus ou moins nombreux. On sait que chez les Sphénophyllées la structure anatomique montre d'ordinaire trois plans de symétrie bien nets quel que soit le nombre des appendices foliacés.

(2) Dans ce dernier cas, l'apparence résulte d'une concrescence analogue à celle que l'on observe chez beaucoup d'Amentacées où la fleur ou le glomérule axillaires sont insérés sur la base de la bractée axillante et semblent en être une dépendance.

A ces particularités de l'appareil sporangifère, il faut encore ajouter, chez certaines Lycopodinées, l'apparition de l'hétérosporie, qui n'est qu'une forme de la séparation des sexes.

c) Chez les Macrophyllinées primitives (*Dimeripteris*, peut-être *Stauropteris*), les sporanges également bivalvaires à déhiscence longitudinale étaient encore dressés isolément au sommet des cauloïdes et indépendants les uns des autres, de même que ceux des Propsilotées.

Mais chez leurs descendantes, lors de l'agglomération des cauloïdes en pinnules, ils se trouvèrent reportés sur les bords de ces pinnules et y furent soit encore insérés au sommet de petits cauloïdes libres, formant pédoncules (certains *Archæopteris*), soit déjà sessiles sur la marge même du limbe au sommet des cauloïdes coalescents ou nervures et dans leur prolongement (autres *Archæopteris,* peut-être *Botrychium*).

Plus tard, peut-être déjà chez des *Primofilicées,* mais certainement au moins dès le début des *Filicinées*, les sporanges, abandonnant la position marginale précédente, gagnèrent la face inférieure du limbe d'abord isolément *(Dactylotheca*, *Renaultia)*, puis en s'y groupant en spores ou même en synanges. Ces groupements eux-mêmes, d'abord peu fournis, peu nombreux et localisés vers le sommet marginal des nervures principales, s'éloignèrent dans la suite progressivement du bord du limbe et quittèrent même les nervures principales, en même temps qu'ils devenaient plus nombreux et plus puissants. C'est ainsi que, chez les Polypodiacées les plus récentes, nous les voyons parfois recouvrir complètement la face inférieure de certaines portions du limbe.

En même temps, le tissu sporogène, d'abord relativement large et profond dans le tissu foliaire des types inférieurs, était progressivement reporté vers l'extérieur, le sporange lui-même se transformant en un poil de plus en plus pédonculé, de plus en plus grêle dont les conditions primitives de la déhiscence étaient elles-mêmes progressivement modifiées.

On sait que le phylum filicinéen a, lui aussi, acquis l'hétérosporie et que celle-ci s'y est accompagnée de la formation d'appareils assez complexes (Salviniacées, Marsiléacées).

d) A côté de ce phylum filicinéen, les Macrophyllinées primitives (Primofilicées) en ont encore fourni deux autres, celui des *Cycadofilicées-Cycadées* et celui des *Articulées*.

α) A l'origine, les *Cycadofilicées* (Ptéridospermées) ne sémblent guère avoir différé des Primofilicées, ou peut-être des premières Filicinées, que par l'acquisition de l'hétérosporie. Mais, tandis que, dans ce dernier phylum, tous les sporanges avaient peu à peu émigré de leur position marginale primitive vers la face inférieure du limbe foliaire, il est à remarquer que, chez les *Cycadofilicées-Cycadées*, leur déplacement ne s'est fait dans cette direction que sur les microsporophylles. Sur lès macrosporophylles, en

effet, les synanges se montrent établis à la face *supérieure* des pinnules *(Lagenostoma, Cycadées)*.

Enfin, dans ce phylum, les synanges femelles s'organisèrent rapidement de manière à constituer des appareils très semblables à des ovules et se transformant en graines lors de la maturation.

D'autre part, après avoir été isolés à l'origine, les micro et les macrosporophylles se groupèrent sur des tiges spéciales, pour former des appareils qu'ailleurs j'ai appelés *ptéridostrobiles* (1) et dont probablement les uns étaient uniquement mâles et les autres uniquement femelles.

Chez les *Cycadées*, les ptéridostrobiles se retrouvent encore à peine modifiés dans la rosette du *Cycas;* ailleurs, ils s'y sont transformés en des cônes.

β) Le cas des *Bennettitées* qui se rattachent au phylum *Cycadofilicées-Cycadées* est assez spécial. Il montre une complication de l'appareil reproducteur très différente de celle des Cycadées, dont cependant les Bonnettitées ont le port végétatif.

Chez elles, il y a réunion des sexes dans un appareil unique. Au-dessus d'un ptéridostrobile mâle à disposition verticillée, se trouve un organe femelle très complexe qui paraît représenter un groupement de ptéridostrobiles femelles réduits chacun à un seul macrosporophylle, c'est-à-dire, en somme, représenter une *inflorescence* femelle.

Mais, en dépit de cette complication de l'ensemble de l'appareil, certains détails révèlent une organisation très primitive, plus primitive même que celle des Cycadées. Ce sont, par exemple, la morphologie des microsporophylles, qui est absolument filicéenne, le prolongement du nucelle en un bec externe et collecteur analogue à celui des *Lagenostoma*.

En somme, les Bennettitées semblent appartenir à un petit phylum spécial, né tout à fait à la base de la généalogie des Cycadées.

e) Chez les *Articulées*, c'est l'organisation sporangiale des Primofilicées qui persiste.

Chez les Sphénophyllées, les sporanges isosporés sont encore portés sur les bords des pinnules et y sont de même soit pédonculés, soit sessiles. Toutefois, les sporophylles sont réduits et modifiés par verticillation dans le même sens que les feuilles végétatives. Ils sont, en outre, groupés en des *épis* plus ou moins spécialisés.

Ces dernières particularités s'accentuent encore chez les autres Articulées *(Archæocalamitées, Calamitées, Équisetées)*.

f) α) Dans le phylum des *Conifères*, l'appareil mâle, sauf cependant chez les Cordaïtées, est encore du type ptéridostrobile simple, mais avec un axe et des microsporophylles excessivement réduits.

L'appareil femelle est d'une interprétation plus difficile. Il a l'aspect d'un

(1) *Le fruit des Bennettitées et l'ascendance des Angiospermes (Bull. Soc. Bot. de France,* t. LV, 1908, p. 14).

cône, et, pour les uns, ce serait encore un ptéridostrobile simple, quoique très spécialisé ; les macrosporophylles y étant, un peu à la façon de ceux des Cycadées, divisés en deux parties, l'une inférieure fertile, l'autre terminale protectrice. Pour d'autres, cet appareil comprendrait un axe portant un grand nombre de ptéridostrobiles réduits dans l'aisselle de ses bractées. Il rappellerait donc, dans une certaine mesure, l'organe femelle des Bennettitées, mais en différerait cependant parce que, sur l'axe principal, *toutes* les bractées seraient également axillantes d'un ptéridostrobile réduit, au lieu de certaines seulement.

Chez les Salisburyées, l'organisation des appareils mâle et femelle est la même que chez les Conifères, avec cette différence cependant que l'appareil femelle n'a encore nullement l'aspect d'un cône, aucune des parties végétatives n'y étant spécialisée pour la protection. Par ce dernier caractère, et par d'autres, les Salisburyées se montrent comme appartenant à l'ancestralité des Conifères.

β) Quant aux Cordaïtées qui, ainsi qu'on le sait, sont très anciennes, elles ont des appareils reproducteurs qui, dans une certaine mesure, sont encore plus comparables à ceux des Bennettitées que ceux des Conifères, non seulement en raison de leur organisation générale, mais aussi parce qu'à l'intérieur de ces appareils complexes se trouvent des particularités très primitives, comme par exemple une structure de graines presque aussi simples que celles des Ptéridospermées inférieures.

Les appareils sexués y sont des inflorescences soit mâles, soit femelles, comprenant un axe dont les bractées sont axillantes de petits bourgeons, chacun de ceux-ci paraissant avoir la même organisation que l'organe femelle des Benettitées, c'est-à-dire comporter un axe dont certaines bractées seulement sont axillantes de ptéridostrobiles réduits à un seul sporophylle.

Les Cordaïtées appartiennent-elles directement au phylum des Conifères ? Cela est peu probable. Il paraît en effet difficile de faire dériver de leur appareil reproducteur si complexe celui plus simple de ces dernières. Il semble donc plutôt qu'il faille considérer les Cordaïtées comme représentant un groupe latéral détaché de la base du phylum. Elles seraient à la généalogie des Conifères ce que les Bennettitées sont à celle des Cycadées.

g) Les Gnétacées forment un groupe actuellement bien réduit et de position très incertaine.

A ne regarder que la morphologie de leur appareil végétatif et certains de leurs caractères anatomiques, elles se rattachent nettement aux Mésophyllinées, mais d'autres faits anatomiques importants les rapportent aux Conifères, à côté desquelles on les place habituellement.

Quant à la morphologie de leurs organes de reproduction, confondus

comme ceux de toutes les plantes supérieures avec ceux de la sporulation, ils se montrent également intermédiaires aux Conifères et aux Mésophyllinées. Les ovules y sont encore nus, mais leur nucelle n'est plus collecteur. En outre, ils sont entourés d'organes qu'on a pu assimiler à des ovaires béants.

En résumé, avec beaucoup d'hésitation, je serais disposé à retirer les Gnétacées des Gymnospermes proprement dites et à les considérer comme formant un petit groupe aberrant dont la position systématique doit être recherchée au milieu de l'énorme hiatus qu'offrent nos connaissances à la base de l'Angiospermie (Mésophyllinées). Peut-être représentent-elles un groupe d'Hémiangiospermes aberrantes? (1)

h) J'ai montré que la particularité morphologique la plus importante des Mésophyllinées consiste dans l'état du développement relatif des tiges et des feuilles.

Il en est une autre qui paraît également très importante pour caractériser l'embranchement. Je veux parler de l'organisation de l'appareil reproducteur.

Celui-ci appartient à la forme qu'**Arber** et **Parkin** ont dénommée *Anthostrobile*, il semble avoir été constituée à l'origine par la superposition de deux strobiles, l'un mâle inférieur, l'autre femelle terminal, et, peut-être, a toujours été accompagnée d'un involucre basilaire formé de feuilles transformées en bractées.

Les strobiles constituants, et par suite l'ensemble de l'appareil, me paraissent se rattacher assez facilement au type ptéridostrobile déjà décrit.

Mais à l'origine, les macrosporophylles n'y étaient pas encore collecteurs du pollen comme le sont les carpelles de l'*Euanthostrobile* des Angiospermes. La fonction collectrice du pollen, resta pendant un certain temps, remplie par les ovules eux-mêmes. Ils la conservèrent même plus tard, alors que peut-être, ils étaient déjà enfermés dans une chambre carpellaire, celle-ci étant encore largement béante au-dessus d'eux (*Hémiangiospermes* et *Proanthostrobile* de **Arber** et **Parkin**).

La fermeture de la chambre carpellaire, survenue en dernier lieu, vint enfin terminer la caractérisation de l'Angiospermie.

Ainsi donc, les Mésophyllinées doivent être divisées en deux grands groupes successifs : les *Hémiangiospermes* et les *Angiospermes*.

i) Chez toutes les Macrophyllinées à graines, chez les Microphyllinées et chez les Mésophyllinées la microspore s'est transformée en le grain de pollen par réclusion du prothalle et des glandes mâles qui, antérieurement, proéminaient au dehors.

De la même façon, la macrospore s'est transformée en sac embryon-

(1) Voir Arber and Parkin, *On the Origin of Angiosperms (Linn. Soc. of London Journ*, vol. xxxviii, 1907).

naire et l'endosperme. Mais tandis que le grain de pollen, à maturité, restait libre à la façon de la spore dont il dérivait et conservait ainsi la faculté de gagner, porté par le vent, les lieux favorables à la fécondation, la macrospore prit l'habitude de rester en place dans la glande qui l'avait produite. Elle s'y chargea de plus en plus des réserves nutritives nécessaires aux premiers développements de l'embryon futur ou devint la cause de l'accumulation de ces réserves autour d'elle-même.

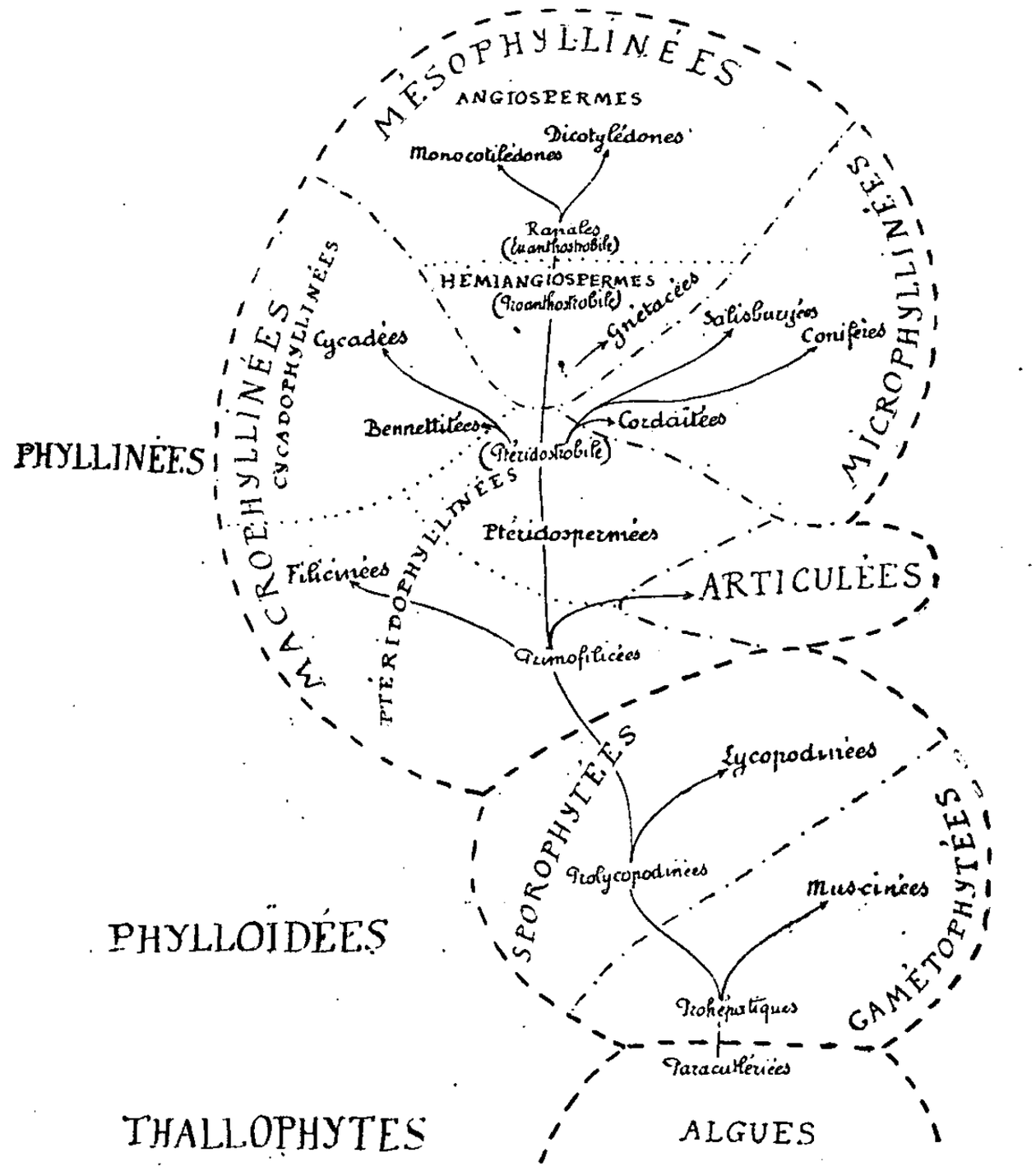


Tableau récapitulatif.

Toutefois, la macrospore ne perdit son habitude de tomber sur le milieu humide où son prothalle rencontrait le prothalle mâle, elle ne commença à rester fixée dans la glande qui l'avait produite que le jour où le grain de pollen put venir s'attacher au voisinage de cette glande grâce à l'établissement de particularités morphologiques nouvelles. A l'origine, ce fut, semble-t-il, le sommet du nucelle qui, simplement devenu visqueux, suffit à ce rôle. Mais, ensuite, ce sommet s'allongea hors du micropyle en

un *bec spécialisé pour la collection (Lagenostoma, Bennettites*, Araucariées, peut-être certaines Cordaïtées). Ailleurs (Salisburyées, Conifères), le nucelle sécréta une petite *gouttelette* et ce fut elle qui vint se dresser hors du micropyle pour arrêter le pollen apporté par le vent. Ailleurs encore, le rôle collecteur fut rempli par le *tégument ovulaire* allongé soit en deux colonnettes visqueuses *(Ephedra)*, soit en entonnoir *(Gnetum, Welwitschia)*. Enfin, plus tard encore, chez les Mésophyllinées angiospermes, la fonction collectrice fut de nouveau reportée *plus extérieurement* et fut dès lors uniquement *remplie par le sommet des macrosporophylles* (carpelles) soit encore isolés les uns des autres, soit groupés en cercle et plus ou moins coalescents. Cette dernière adaptation eut une importance considérable et l'on peut dire que c'est elle qui domine toute la morphologie des Mésophyllinées actuelles, auxquelles, par suite, on donne avec justesse la dénomination habituelle d'*Angiospermes*.

j) Parmi les Mésophyllinées angiospermes, on a, depuis longtemps, distingué deux groupes : les Monocotylédones et les Dicotylédones, caractérisées par le nombre de leurs cotylédons et dont la classification phylétique est encore à faire.

Il semble bien que, comme on tend à l'admettre actuellement, les premières soient de très bonne heure dérivées des secondes.

M. Jules LEFÈVRE

Professeur-Agrégé de l'Université (Le Havre).

SUR LA NUTRITION AMIDÉE DES PLANTES VERTES

— 8 août —

Il y a moins de dix ans, on opposait encore, selon le principe de Liebig, la nutrition organique des animaux et la nutrition minérale des végétaux. Aujourd'hui ce *dualisme* étroit de Liebig est détruit par les travaux de Lutz, de J. Laurent, Molliard, Mazé et Perrier, Lubimenko, J. Lefèvre, qui ont révélé le pouvoir des phanérogames d'utiliser les amines, les hydrocarbonés et les matières amidées (1).

On peut même, comme nous l'avons montré *(Ac. des Sciences*, juillet 1905) amener l'appareil végétatif du cresson au seuil de la reproduction avec un

(1) Lutz : *Thèse de Paris*, Masson 1899 ;
J. Laurent : *Thèse de Paris*, 1903 ;
Molliard : *Ac. des Sciences*, 21 novembre 1904 ;
Mazé et Perrier : *Ac. des Sciences*, 20 août 1904 ;
Lubimenko : *Ac. des Sciences*, 1906, *passim* ;
J. Lefèvre : *Ac. des Sciences*, 1905-1906, *passim*.

aliment amidé, à l'exclusion même du gaz carbonique. L'analyse montre alors que la plante augmente rapidement son poids sec *sans assimilation chlorophyllienne,* et en consommant sans cesse de l'oxygène. Ce travail photochimique nous révèle donc l'existence d'une nouvelle fonction de *synthèse chlorophyllienne,* indépendante de l'assimilation classique.

A ces faits, j'en dois joindre maintenant deux autres qui compléteront nos connaissances sur la nutrition amidée des plantes vertes.

L'inanition de CO^2 et la confination sous cloche ne sont réalisables que sur des plantes très vigoureuses développées pendant plusieurs semaines à l'*air libre*. Deux questions se posent donc :

1° Le milieu n'étant pas stérilisé, ne peut-on pas craindre que l'aliment amidé n'ait été utilisé, après fermentation, sous une autre forme que la forme initiale? 2° Cet aliment est-il toléré par une plante très jeune dans le cours de son développement embryonnaire (germination) ?

Pour répondre à la première question, des graines de maïs, aseptisées par la méthode de J. Laurent (à savoir 1 heure et demie de séjour dans le sublimé à 2 0/00 et lavage à l'eau stérilisée) ont été ensemencées sur ouate hydrophile dans un ballon stérilisé à l'autoclave et contenant la solution minérale de Knop amidée à 1/2 0/0, selon la formule que j'ai proposée dans mes recherches antérieures (*Ac. des Sciences*, juillet 1905).

Dès que la germination a donné des tiges de 3 ou 4 centimètres qui commencent à verdir, le ballon est mis sous cloche en présence de la baryte. L'analyse des gaz de la cloche montre qu'il n'y a pas assimilation et que la culture absorbe rapidement l'oxygène. Or, au bout de trois semaines après l'ensemencement, il y a cinq belles plantules atteignant 20 ou 25 centimètres de hauteur, et l'on constate que le poids sec total a augmenté notablement (depuis 1 gramme jusqu'à $1^{gr},350$). Au contraire, un témoin sans amides n'a pas augmenté son poids sec.

Les amides ont donc bien été utilisées en milieu stérilisé, à l'abri de toute fermentation (les solutions sont aussi limpides qu'au premier jour, et sans trace de moisissures).

Pour la deuxième question, à savoir l'influence de la solution amidée sur la plante pendant sa vie embryonnaire, d'après une technique analogue à celle de Lubimenko (*Ac. des Sciences*, octobre 1906), j'ai semé sur coton hydrophile des embryons de Pinus Pinea (dégagés aseptiquement de leur endosperme) dans un ballon stérilisé contenant la solution nutritive de Knop amidée à 1/2 0/0.

Les embryons ont développé leurs cotylédons et leur tige pendant trois ou quatre jours, sans former de racine ; puis toute croissance s'est arrêtée.

Ainsi la solution amidée à 1/2 0/0, celle qui permet le développement des plantes vigoureuses adultes, est inutilisée par l'embryon libre séparé de son endosperm

Cette différence de rôle des amides ne doit pas nous surprendre. L'intolérance des jeunes plantes de *cresson* ou de *basilic* pour la nutrition amidée, à l'abri de CO^2, intolérance sur laquelle nous avons insisté dès 1905, permettait de prévoir le résultat actuel.

Aussi bien s'affirme ici la différence profonde qui sépare les deux phases de la vie de la plante, à savoir *la phase embryonnaire* où la petite plante se nourrit comme un animal, aux dépens des matières organiques de la graine, et *la phase post-embryonnaire*, celle où la plante, ayant épuisé ses réserves, et entrant dans la période d'adultisme, se nourrit de divers matériaux puisés dans le milieu extérieur, grâce au pouvoir de synthèse de sa chlorophylle.

Il apparaît bien que la plante adulte possède une souplesse d'adaptation nutritive que l'embryon ne possède en aucune façon.

N'oublions pas, en tout cas, que la nutrition amidée pure, remarquable pour l'adulte, est totalement impossible pour l'embryon.

Discussion. — M. GERBER annonce qu'il a entrepris des expériences du même ordre.

M. Fernand PELOURDE

(Paris).

NOTE SUR LE GENRE FOSSILE *DIPLOLABIS* B. R. (1)

— 8 août —

On sait que, chez les *Diplolabis*, le faisceau du rachis principal a la forme d'un X, dont les branches sont recourbées en crochets à leurs extrémités *(fig. 1)*. Or, cette forme rappelle tout à fait celle que l'on observe dans la partie supérieure du rachis principal chez les fougères actuelles appartenant aux trois genres *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium (fig. 2)*.

M. Potonié a fait remarquer précédemment (2), sans y insister autrement, que certaines formes fossiles *(Knorripteris Mariana*, *Rachiopteris Oldhamia*, *Diplolabis)* possédaient un faisceau foliaire en X, semblable à celui de certaines *Polypodiacées* actuelles, telles que l'*Asplenium Adiantum-nigrum* et le *Scolopendrium officinarum*. Dans le présent travail, j'ai tenu principalement à développer avec quelques détails cette idée que le faisceau foliaire des *Diplolabis* ressemble à celui que l'on observe

(1) B. RENAULT : *Flore fossile d'Autun et d'Epinac*, 2e partie, pages 11-19.

(2) *Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie*, 1899, p. 76-77.

dans un certain groupe de fougères actuelles bien défini *(Asplenium, Ceterach, Scolopendrium)*, dont j'ai montré, dans un travail précédent (1), la grande homogénéité au point de vue anatomique.

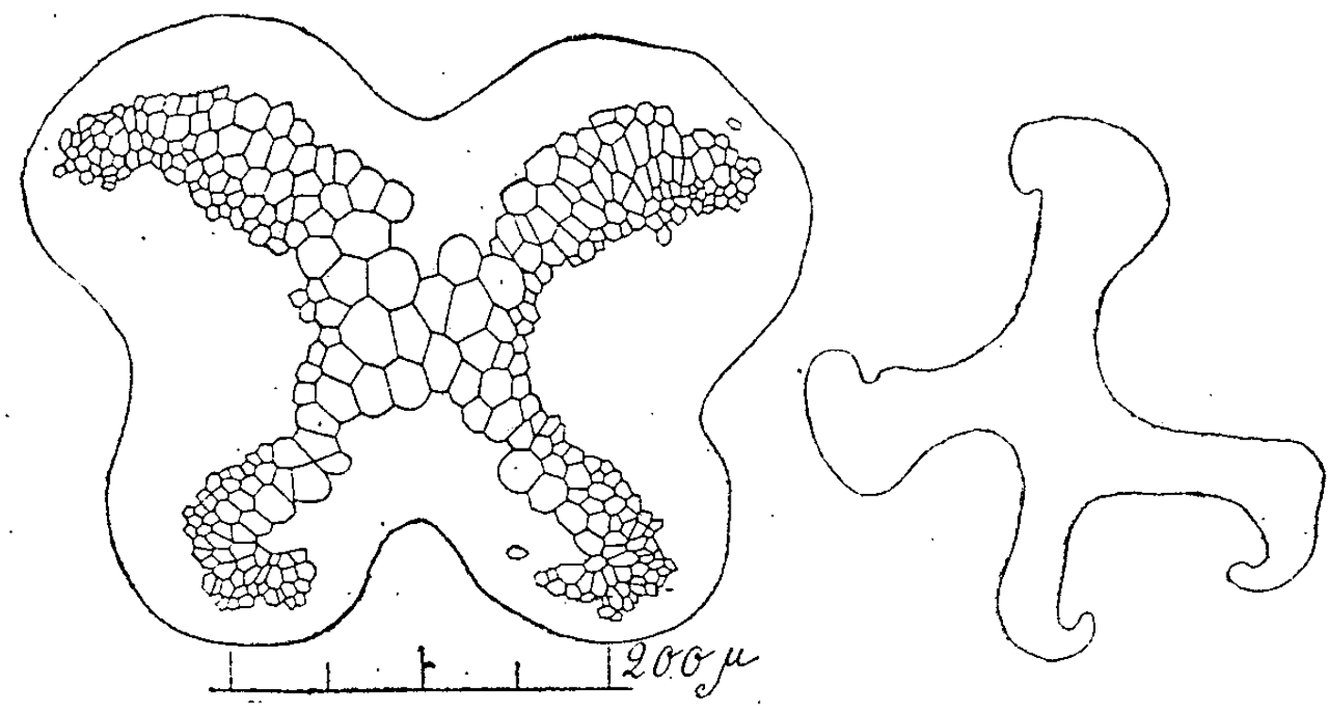


FIG. 1. FIG. 2

Dans ces trois genres, en effet, on n'ignore pas qu'il existe généralement à la base du pétiole deux faisceaux arqués qui se réunissent à une certaine hauteur en un faisceau unique, ayant une forme d'X. Cet X peut avoir ses quatre branches terminées en crochets *(Asplenium marinum, lanceolatum, Adiantum nigrum,* par exemple) ; ou bien ses deux branches inférieures sont seules dans ce cas *(Asplenium dimorphum, Scolopendrium officinarum...)* ; ou bien encore, aucune des quatre branches n'est recourbée pareillement *(Asplenium Nidus)*. Quelquefois enfin, les deux branches inférieures sont très réduites *(Asplenium Trichomanes, Ruta-muraria, septentrionale)*, auquel cas on a un seul faisceau dès la base du pétiole, ou du moins à partir d'un niveau très peu élevé. En tous cas, chez toutes ces espèces, l'appareil conducteur des frondes est construit sur le même plan.

On ne connaît pas la tige des *Diplolabis*, et l'on ne peut, par conséquent, pas préciser d'une façon absolue l'orientation de leurs pétioles. Mais, si, comme cela semble probable, cette orientation est la même que celle que j'ai indiquée dans la figure 1, l'analogie des faisceaux pétiolaires chez les *Diplolabis* et chez les *Aspléninées* que je viens de signaler est frappante.

D'ailleurs, la même analogie existe dans les faisceaux des rachis secondaires, qui, dans les deux cas, ont la forme de bandes transversales allongées, plus ou moins arquées et équivalentes à une moitié du faisceau du rachis principal.

Quant aux sporanges *(fig. 3)*, ils ont évidemment, chez les *Diplolabis*,

(1) *Recherches anatomiques sur la classification des Fougères de France (Ann. Sc. Nat., Bot.,* 9e série, t. IV. p. 291, 301, 364).

une organisation très spéciale ; ils diffèrent, en effet, beaucoup de ceux des vraies Fougères, ainsi que de ceux des *Marattiacées* et des *Botryoptéridées*. Toutefois, la partie externe de leur paroi, différenciée en vue de la déhiscence, fait penser à une plaque d'*Osmundacée* qui se serait agrandie au point de recouvrir presque toute la surface du sporange. Ils rappellent, d'ailleurs, également les capsules sporifères des *Discopteris*, notamment celles du *Disc. Rallii*, que M. Zeiller a considéré comme un terme de passage entre les *Eusporangiées* et les Fougères telles que les *Osmondacées* ; de sorte que les formes à sporanges sans anneau et celles à sporanges annelés constitueraient une série presque continue (1).

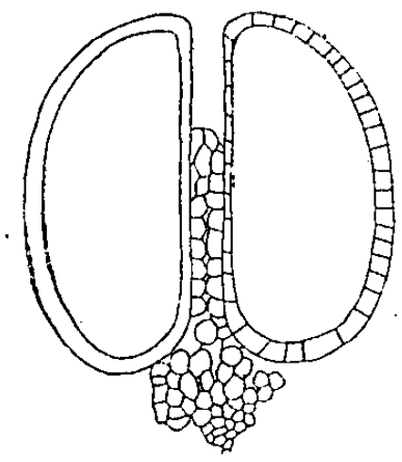


FIG. 3.

Il est regrettable que l'on ne connaisse pas les racines des *Diplolabis*. J'ai déjà montré *(loc. cit.)* que celles des *Asplenium*, des *Ceterach* et des *Scolopendrium* ont une organisation commune très spéciale et tout à fait caractéristique. Il serait donc extrêmement intéressant de savoir si les racines des *Diplolabis* étaient construites sur le même plan.

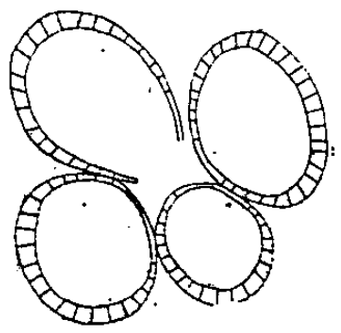


FIG. 4.

Quoi qu'il en soit, on peut dire, pour résumer, que les *Diplolabis* se distinguent des *Polypodiacées* par la structure de leurs sporanges ; mais que, par l'appareil conducteur de leurs frondes, ils rappellent beaucoup les *Aspléninées* actuelles appartenant aux genres *Asplenium, Ceterach, Scolopendrium*.

M. LARUE

Licencié ès-sciences, Ingénieur agronome-conseil (Auxerre).

LES PLANTES DITES SPONTANÉES DANS LES FINAGES CULTIVÉS

— 8 août —

La végétation spontanée est donnée par la plupart des auteurs comme pouvant servir de base à la connaissance des propriétés du sol. Rien n'est plus vrai lorsqu'on voit les choses de haut et lorsqu'on veut chercher les espèces dominantes dans des régions peu cultivées ou renfermant beaucoup de friches.

(1) *Observations sur quelques Fougères des dépôts houillers d'Asie-Mineure (Bull. Soc. Bot. France,* 1897, p. 207-208.)

Mais sur les finages labourés depuis des siècles, les botanistes feraient des recherches inutiles, pour la bonne raison qu'il n'y a plus de plantes « spontanées ».

Celles qui ne sont pas l'objet d'une culture n'ont pas pour cela élu elles-mêmes domicile dans l'endroit où on les trouve. La plupart ont été amenées parles fumiers et les instruments aratoires.

Comme elles trouvent des éléments variés dans les sols arables, elles y ont végété. Leur abondance ne saurait même être un critérium. Sans compter un grand nombre de plantes qu'on croyait caractéristiques et qui végètent dans tous les sols, le hasard a pu faire apporter des graines assez nombreuses de régions hétérogènes. *La vigueur* des plantes serait un critérium plus sûr : si elles poussent bien, c'est qu'elles se trouvent dans un milieu approprié. Mais il peut avoir été modifié superficiellement par l'homme.

Nous avons voulu dernièrement étudier la flore des prairies de la vallée de Baulches (Yonne). Nous avons dû y renoncer. La flore de deux parcelles contiguës, dans le même sol, présentait moins d'analogie que celle de deux prairies éloignées et établies sur des sols différents. Cela nous a amené à conclure que cette végétation, pourtant spontanée ou du moins acclimatée de longue date — il s'agit de vieilles prairies — dépend du hasard et de conditions superficielles autant que du sol.

Nous rangeons dans les conditions superficielles les hersages et même les engrais, la dose maximum de 600 kilogrammes à l'hectare qu'on emploie n'est pas en effet, suffisante pour modifier la composition physique ni chimique du sol, au moins dans la limite de nos moyens analytiques. Et cependant la flore peut se trouver métamorphosée.

En *forêt*, il semble qu'on puisse avoir dans le sous-bois des indications plus nettes : le sous-bois n'a pas été planté. Mais il est sous la dépendance des coupes du taillis au point de vue de la lumière et sous l'influence variable des racines des diverses essences. Dans l'état de nature, les essences forestières dépérissent alternativement pour laisser la place à d'autres qui s'usent à leur tour. C'est l'alternance des peuplements en sylviculture.

Il n'en est pas de même dans les bois aménagés. Les coupes à courts intervalles maintiennent toujours les mêmes essences. Celles-ci varieront donc avec les exploitations et, avec elles, le sous-bois. . . .

Ce dernier même est le plus souvent soumis à des coupes de nettoyage, défrouyage ou essartage et litières. On ne permet pas aux plantes d'alterner. Les bruyères, par exemple, repousseront toujours de souche, là où peut-être l'épuisement du sol à leur endroit ou les conditions changeant eussent permis à l'ajonc de s'implanter. . . . . .

Nous croyons avoir suffisamment soulevé d'objections pour montrer que, dans les pays archicultivés, les facteurs hasard et action humaine ont sou-

vent plus d'efficacité que la nature du sol pour déterminer la végétation des plantes non cultivées.

Et encore n'avons-nous pas parlé de la variation de la flore spontanée avec la profondeur du labour sans qu'elle provienne de la modification du sol, mais seulement de graines profondes amenées à germer.

Nous n'insistons pas, livrant à des botanistes plus compétents ces réflexions d'un praticien qui a toutes les peines du monde à appliquer sur le terrain les lois scientifiques.

Si nous en avons parlé, c'est pour éviter que ne tombent dans des exagérations ruineuses ceux qui voudraient se servir en agriculture des cartes botaniques.

Des cartes agronomiques basées sur la flore seront difficiles à dresser car chaque champ devra être étudié plusieurs années consécutives. Elles seront difficiles à lire car elles seront surchargées de détails. Elles seront peu utiles à l'agriculteur. Il connait les propriétés physiques de son sol par le soc de sa charrue. Il en connaîtra la composition chimique par l'analyse, les observations sur la végétation des plantes cultivées et l'efficacité des engrais qu'il emploie couramment. Elles seront dangereuses, si elles sont faites ou employées par des personnes ne connaissant que peu de botanique. C'est la généralité.

M. C.-L. GATIN

Préparateur à la Sorbonne.

POLYSPERMIE ET POLYEMBRYONIE CHEZ LES PALMIERS

— 8 août —

Certains auteurs ont déjà signalé, dans les graines de divers Palmiers, la présence anormale de plusieurs embryons capables de germer.

Les graines présentant cette anomalie peuvent se classer en deux catégories, suivant la nature des causes auxquelles elle est due.

Pour faire l'étude de la première catégorie, nous prendrons, comme exemple, une observation nouvelle et inédite que j'ai eu récemment l'occasion de faire sur une graine d'*Elœis guineensis* L.

On sait que, normalement, le fruit du Palmier à huile se compose d'un épicarpe lisse, d'un sarpocarpe charnu, fibreux et oléagineux et d'un endocarpe très dur, percé de trois trous situés dans son hémisphère superieur. Ces trois trous correspondent aux trois carpelles de la fleur femelle, dont un seul est fertile. En effet, le fruit contient une seule loge, dans laquelle se trouve une graine unique, à albumen corné, et contenant un embryon situé en dessous de l'une des ouvertures de l'endocarpe.

Le fruit anormal que j'ai eu l'occasion d'observer comprenait, au contraire, deux loges dont chacune contenait une graine bien constituée. L'une de ces deux graines avait même commencé à germer *(fig. 1.)*

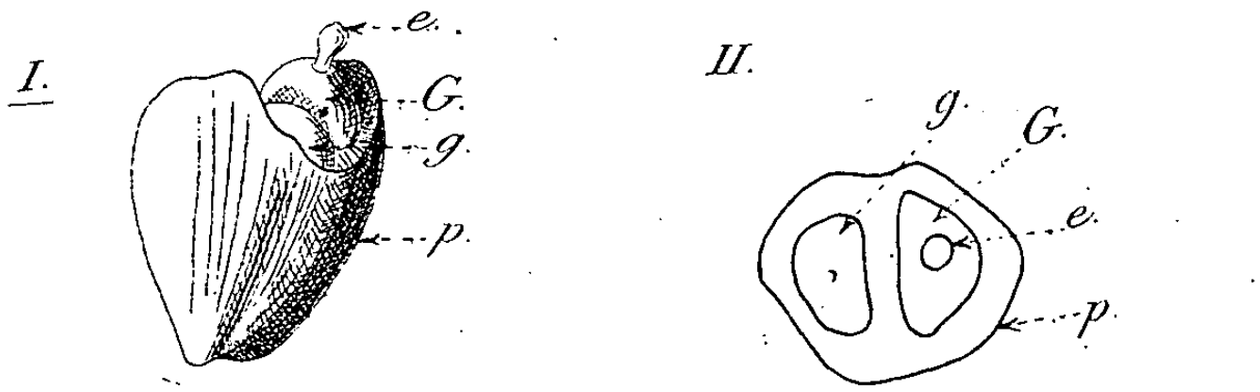


Fig. 1. — *Elœis guineensis.* Fruit débarrassé de son épicarpe et de son sarpocarpe ; I Vu à l'intérieur l'endocarpe *p* étant brisé ; G l'une des graines dont l'embryon *e* a commencé à germer ; *g* l'autre graine ; II. Schéma montrant la disposition des graines dans le fruit.

De semblables anomalies avaient déjà été signalées chez diverses espèces de Palmiers et, notamment, chez le *Lodoicea maldavica* Pers., qui possède parfois, mais très rarement, des fruits dont les trois carpelles sont développés (1).

Chez l'*Hyphœne thebaica* Mart. et l'*Hyphœne guineensis* Thonn, on trouve parfois des fruits contenant trois graines (2).

Le *Cocos nucifera* L., présente aussi, de temps en temps, des fruits à plusieurs loges (3). Le nombre de ces loges est parfois très grand, et Forbes a pu observer un fruit remarquable dans lequel il y en avait quatorze.

D'autre part, chez certaines espèces de *Cocos*, par exemple le *Cocos campestris* Mart. et le *Cocos Yatay* Mart., j'ai pu constater qu'il n'est pas très rare de trouver des fruits contenant deux graines.

Dans ce cas, l'une des deux possède un embryon de taille et de conformations normales, tandis que l'autre présente un embryon de plus petite taille et, parfois même, est réduite à son albumen.

Enfin, dans certains genres, comme par exemple le genre *Saguerus* Adans., la présence de plusieurs graines est très fréquente dans le fruit.

Dans tous les cas que nous venons de passer en revue, il y a non pas polyembryonie, mais *polyspermie*. Le fruit contient deux ou trois graines provenant du développement de carpelles habituellement stériles ou même un plus grand nombre comme dans le cas du *Cocos nucifera* décrit par Forbes.

Il existe une seconde catégorie de graines à plusieurs embryons, ce sont

(1) Godron : *Nouveaux mélanges de tératologie végétale ; Mém. de la Soc. des Sc. de Cherbourg* t. XVIII, 1874, pp. 318-352).

(2) Jackson : *Gard. Chron.*, 1877, n° 202, p. 96. — Ascherson : *Sitzb. d. bot. Ver. d. Prov. Brandbg,* t. XIX, 1877, p. 152.

(3) Forbes : *Notes on the Cocos nucifera ; Journ. of Bot.*, t. XVII, 1879, pp. 193-194. — Nietner : *Ueber monströse Cocosnussbaume in Ceylon. Verh. der Ver. zür Beförderung des Gartenhaus in den K. preuss. Staaten,* 1853. *Neue Reihe,* Bd. I, p. 316.

celles chez lesquelles il y a véritablement *polyembryonie*. Ici, le fruit anormal, comme le fruit normal, possède une seule graine, mais celle-ci contient deux embryons.

J'ai signalé et décrit (1) de semblables monstruosités chez le *Phœnix canariensis* Hert., et le *Pinanga patula* Bl.

Chez le *Phœnix canariensis*, il y avait deux embryons qui étaient étroitement accolés par leurs cotylédons. L'un d'entre eux était de taille normale, l'autre plus petit. Chez le *Pinanga patula*, dans les deux cas que j'ai observés, le cotylédon était commun aux deux embryons.

Enfin, on a également signalé (2) une graine de *Cocos nucifera* L., possédant deux embryons étroitement soudés.

Il serait intéressant de savoir à quelle cause sont dus ces cas de polyembryonie véritable.

On pourrait peut-être imaginer que, chez les Palmiers, il peut exister, dans certains cas, plusieurs sacs embryonnaires, comme cela arrive parfois chez quelques Aracées (3). La fécondation simultanée de deux de ces sacs amènerait alors la polyembryonie que nous observons. Il est vrai que ceci n'explique pas bien le cas où les deux embryons ont un cotylédon commun, comme cela existe chez les graines de *Pinanga patula* décrites plus haut.

L'étude de l'embryogénie dans la famille des Palmiers pourrait seule donner la solution de ces questions.

M. PERRIN

Docteur en Médecine (Clermont-Ferrand).

DE L'INFLUENCE DES CONDITIONS EXTÉRIEURES DE LA SEXUALITÉ DES PROTHALLES DE POLYPODIACÉES

— 4 août. —

De nombreuses recherches faites sur les prothalles des Polypodiacées nous ont montré que l'unisexualité était, chez ces prothalles, beaucoup plus fréquente qu'on ne l'admettait généralement.

Les anthéridies apparaissent de très bonne heure, dès que l'aspect cordiforme commence à se dessiner, elles se présentent d'abord en petit nombre vers le pied et au fur et à mesure du développement du prothalle,

(1) C.-L. Gatin : *Quelques cas de polyembryonie chez plusieurs espèces de Palmiers (Revue générale de Botanique*, t. XVII, 1905, p. 60-65, 11 fig.)

(2) I. C. Costerus : *Teratology studied in the Tropics ; Ann. Buitenzorg*, t. XIII, p. 97. 1896.

(3) D. H. Campbell : *Studies on the Araceæ ; Ann. of Bot.*, vol. XVII, n° LXVIII, sept. 1903, p. 665-687.

se multiplient de bas en haut, mais restent néanmoins toujours localisées dans la moitié inférieure, seule région où se trouvent les rhizoïdes.

Les archégones n'apparaissent que plus tard, lorsque le coussinet médian est bien développé. Leur nombre peut varier de une à dix-huit, selon les genres ; il n'est pas constant pour une espèce donnée. Les archégones, comme les anthéridies, ne se forment pas simultanément ; elles sont d'autant plus jeunes qu'elles sont plus rapprochées de l'échancrure du cœur. Aussi, tandis que les premières anthéridies apparaissent à la base, les premières archégones au contraire, se montrent vers le milieu du prothalle.

Lorsque le prothalle perd son aspect cordiforme, il présente, le plus souvent, une languette médiane à la place de l'échancrure et, dans ce cas, le coussinet mal développé ne donne généralement pas naissance à des archégones ; le prothalle reste unisexué au stade mâle. La languette prothallienne médiane semble donc avoir la valeur morphologique du massif cellulaire central sur lequel se forment normalement les archégones.

Les prothalles unisexués sont nombreux avec certaines espèces d'*Adiantum* et avec *Aspidium falcatum* et *Pteris cretica*, mais, fait à signaler, ils sont généralement mâles ; les prothalles femelles sont plutôt rares.

Nous nous sommes demandé s'il ne fallait pas rechercher la cause de cette tendance de certaines espèces à l'unisexualité dans la spore elle-même, et pour cela nous avons examiné attentivement, plus particulièrement au point de vue de la forme, et des dimensions, un grand nombre de spores de ces espèces, recherchant s'il ne nous était pas possible de les classer en microspores et macrospores à développement différent.

Nous avons trouvé des spores de dimensions inégales aussi bien chez les Polypodiacées donnant des prothalles hermaphrodites comme *Polystichum Filix-mas*, *Blechnum Spicant*, *Polystichum vulgare*, que chez celles qui ont une tendance manifeste pour l'unisexualité ; telles que *Aspidium falcatum* et *Pteris cretica*.

Ayant séparé ces spores, en remarquant que les plus grosses, situées généralement à l'ouverture de l'anneau, tombent les premières, et fait des semis séparés avec chaque sorte, nous avons trouvé dans chaque culture à peu près la même proportion de prothalles unisexués et de prothalles hermaphrodites qu'avec les semis ordinaires.

Les dimensions des spores semblent donc n'avoir aucune influence sur le développement et la sexualité des prothalles.

Le protoplasma de ces spores est-il différent? C'est ce que nous n'avons pu déterminer, mais il est à prévoir qu'il faut surtout rapporter aux conditions extérieures cette tendance à l'unisexualité manifestée par certaines espèces.

Les conditions extérieures qui semblent avoir le plus d'influence

paraissent tenir : 1° au milieu nutritif; 2° à la lumière ; 3° à la température ; 4° à l'humidité ; 5° à l'époque des semis.

Les spores germant sur milieu nutritif pauvre donnent un prothalle rudimentaire qui peut rester en l'état près d'un an et reprendre son développement si on le place dans des conditions favorables.

Lorque le milieu est peu concentré, comme les liqueurs de Knopp et de Detmer diluées, la croissance des prothalles est lente, les organes mâles apparaissent normalement tandis que les organes femelles n'apparaissent que tard et souvent avortent complètement, même dans les espèces comme *Polystichum Oreopteris*, *Blechnum Spicant*, *Polypodium vulgare*, qui ne manifestent aucune tendance à l'unisexualité.

Lorsque le milieu nutritif ne renferme pas d'azote, les prothalles sont généralement unisexués mâles; Prantl avait déjà réussi à empêcher la formation d'archégones sur le prothalle d'*Osmonda regalis* en le cultivant sur liquide dépourvu d'azotate.

Au contraire, les milieux riches en nitrate donnent en majeure partie des prothalles hermaphrodites. Peut-être faut-il voir là une nouvelle activité donnée au cloisonnement de la cellule génératrice par apport d'azotates qui favorisent, comme on le sait depuis les travaux de Palladine, l'assimilation chlorophyllienne.

La lumière a une action prépondérante sur la formation des organes reproducteurs. Les prothalles de Polypodiacées demandent, pour se développer dans de bonnes conditions, une demi-obscurité correspondant comme intensité au quart de la lumière solaire directe. L'apparition des organes reproducteurs est facilitée par la lumière faible ; les prothalles cultivés à la demi-obscurité sont généralement hermaphrodites, à l'inverse de ceux qui, cultivés en pleine lumière, sont le plus souvent unisexués mâles. L'action des différentes sortes de lumière est fort variable : les rayons bleus donnent des cultures de végétation moyenne ; les rayons jaunes des cultures rabougries avec de nombreux prothalles unisexués, les rayons rouges des cultures exubérantes avec grande tendance à l'unisexualité ; les rayons violets favorisent, à la fois, le développement et le verdissement.

La température optima pour le développement des prothalles est voisine de vingt-cinq degrés ; une température plus basse ralentit la croissance, une température plus élevée favorise le développement rapide de l'appareil végétal et augmente le nombre des prothalles unisexués.

L'humidité est indispensable à la croissance des prothalles, l'eau entrant dans leur constitution pour les quatre cinquièmes de leur poids environ. A l'air sec, les prothalles se ratatinent, et passent à l'état de vie ralentie, attendant des circonstances plus favorables pour reprendre leur développement.

L'époque des semis a aussi son importance ; les meilleures cultures nous ont été données par les semis de printemps ; les semis d'été et d'automne favorisent l'unisexualité des prothalles.

En résumé, l'influence des conditions extérieures sur le développement et la sexualité des prothalles de Polypodiacées est manifeste et indiscutable, aussi ne doit-on pas considérer comme des formes fixes et nettement définies celles que l'on obtient par les cultures en serre ; il serait donc imprudent de faire état de ces formes pour établir une classification rationnelle des Polypodiacées.

M. P. BILLIET

Membre de la Société botanique de France

UN CHAMPIGNON DESTRUCTEUR DES PLANCHERS, BOISERIES ET BOIS DE CHARPENTE *(MERULIUS LACRYMANS Fries)*.

— 7 août —

Apporter tous ses soins à l'édification d'une construction neuve, choisir des bois secs, d'apparence saine, et un an à dix-huit mois après, s'apercevoir que les planchers ont une apparence cotonneuse et ne vibrent plus sous les chocs, voir le mois suivant les lames des parquets se soulever de 5 à 10 centimètres de hauteur, puis sentir les lambourdes elles-mêmes trembler et menacer de s'effondrer, sont des constatations, plutôt désagréables, qu'il m'a été donné de faire au cours de ce printemps.

Dans une petite construction, terminée fin octobre 1906, un plancher avait été établi au rez-de-chaussée. Son niveau dépassait de 30 centimètres à 70 centimètres le sol environnant. La pièce avait une largeur de 5 mètres, mais les lambourdes, qui reposaient sur deux petites murettes latérales et sur une murette médiane, n'avaient par suite pas même $2^{m},50$ de portée.

Le sous-sol plutôt sec qu'humide n'ayant pas été remblayé, il existait en dessous un vide important qui paraissait offrir toutes garanties de salubrité.

C'est dans ce vide, cependant, que l'ennemi s'est installé et développé tout à son aise. Il faut bien reconnaitre que l'entrepreneur avait singulièrement facilité son évolution, non seulement en n'ouvrant pas dans les murs extérieurs des prises d'air, pourtant faciles à établir, puisqu'on était de toutes parts au-dessus du sol, mais aussi en maçonnant jusqu'au niveau du plancher la petite murette médiane supportant les lambourdes, ce qui, en isolant les deux parties du sous-sol et empêchant toute circulation d'air

entre elles, retardait d'autant la dessiccation des murs nouvellement établis, et emprisonnait l'humidité qui s'en échappait dans un espace relativement restreint.

Rien ne fut sensible pendant la première année, mais, au mois d'avril 1908, quelques lames de parquet commençaient à paraître humides et à se soulever, puis le mal envahit rapidement la totalité de l'appartement et bientôt, dans les angles de la pièce, apparurent sur les plinthes de superbes échantillons d'un cryptogame qui était l'auteur de tout le mal.

Ce champignon de l'ordre des *Hyménomycètes*, appartient à la grande famille des *Polyporées*, groupe des *Polyporineés* et du genre *Mérule*.

Ce genre contient un assez grand nombre d'espèces qui toutes vivent en parasites sur les troncs des arbres et sur les vieux bois qu'elles achèvent de décomposer, Celle qui nous occupe, le *Mérule pleureur*, est de beaucoup la plus dangereuse du genre, car elle envahit plus particulièrement les bois de construction, vieux ou neufs, qu'elle détruit ensuite très rapidement.

Elle est caractérisée par un chapeau presque sessile en forme d'assiette à contours irréguliers, de consistance cireuse, d'une couleur jaune plus ou moins ocracée au centre, alors que les bords sont tomenteux, blancs ou blanchâtres, et laissent suinter un liquide aqueux, plus tard laiteux.

Cette espèce croît en groupes souvent assez compacts en répandant une odeur très forte et plutôt désagréable de champignon.

C'est à la face inférieure, sillonnée de plis vermiformes réticulés roussâtres, que se trouvent les organes de fructification, composés de tubes intérieurs accolés, par les pores desquels s'échappent, à la maturité, d'innombrables spores brun de rouille, qui iront procréer au loin de nouvelles générations de ce cryptogame malfaisant.

Assitôt que ces spores trouvent des conditions favorables, leur germination s'opère rapidement et elles donnent naissance à des filaments mycéliens, qui s'introduisent de suite dans les bois en contact avec eux et les contaminent pour plus tard.

Il suffit alors que ces bois se trouvent placés dans un milieu clos, où l'air humide reste stagnant, pour que ces filaments sortent des pièces de bois atteintes et, en se développant, les recouvrent entièrement, ainsi que les murs et autres objets voisins, d'un feutrage blanc grisâtre, d'abord léger, puis assez épais, ressemblant à une sorte d'ouate dont les fibres sont terminées presque toujours par de nombreuses gouttelettes en forme de larmes, qui ont fait donner par Fries à cette espèce, le nom poétique de *Merulius lacrymans*, sous lequel elle est généralement connue. Persoon lui avait imposé le nom plus expressif de *Merulius destruens*, afin de caractériser sa puissance extraordinaire de destruction.

C'est sur ce feutrage grisâtre, qui constitue le *mycelium* du parasite, que

se développeront plus tard les plaques jaunâtres réticulées qui constituent le champignon parfait.

C'est également de là que partiront des *cordons mycéliens*, sortes de fibres solides à parois épaisses, qui se glisseront dans les interstices de la maçonnerie, gagneront ensuite les étages supérieurs et attaqueront tous les bois rencontrés, sans que rien ait fait soupçonner leur marche sournoise et envahissante.

L'action destructive du champignon serait due surtout, paraît-il, au liquide qu'il sécrète en grande quantité, et auquel il doit le nom de Mérule pleureur.

Sous l'action de ce liquide, véritable ferment qui dissout rapidement la coniférine (1) et la cellusose des parois ligneuses, les bois les plus résistants se gonflent, deviennent rapidement friables, se réduisent en poussière humide et, n'offrant plus aucune résistance, s'effondrent entraînant quelquefois la chute de l'édifice tout entier. Les placards, les boiseries, les meubles eux-mêmes, seraient aussi rapidement détruits, si des mesures énergiques immédiates n'étaient pas prises contre le terrible envahisseur.

Le Mérule pleureur est connu depuis longtemps et nombreux sont les procès auxquels il à donné lieu devant toutes les juridictions judiciaires.

Les architectes, entrepreneurs, charpentiers, menuisiers, marchands de bois, propriétaires de forêts ont été tour à tour et quelquefois simultanément poursuivis en responsabilité, mais des divers arrêts rendus, presque tous dans des questions d'espèce, il ne s'est pas encore dégagé une jurisprudence constante.

La question de responsabilité personnelle est, en effet, assez difficile à établir au point de vue de la contagion, qui a pu être apportée, soit par des ouvriers ayant travaillé les jours précédents dans des immeubles infestés, soit par l'utilisation de vieux bois déjà atteints, soit, enfin, par les bois neufs employés.

Pour ces derniers, étaient-ils déjà contaminés en forêt ou ne l'ont-ils été que dans les chantiers des marchands de bois, ou des charpentiers ou menuisiers qui les ont mis en œuvre ? Question difficile à résoudre d'une manière précise,

Ce qui est certain, c'est que le champignon existe réellement dans certaines forêts de la Russie, de l'Autriche-Hongrie, de la Prusse et même de la Suisse, et en rend les bois inutilisables, mais il est excessivement rare dans les forêts soumises, comme en France, à un aménagement régulier, car il n'y trouve qu'exceptionnellement les conditions favorables à son existence.

(1) Voir, pour plus de détails, un article très intéressant de M. E. Henry publié dans la *Revue des Eaux et Forêts* 1901 page 65, dans lequel nous avons puisé quelques-uns des renseignements qui suivent.

Quoi qu'il en soit, le petit nombre et la ténuité des filaments mycéliens *pouvant exister* dans les arbres forestiers rendent bien difficile leur constatation scientifique. Ce serait, en effet, un hasard extraordinaire que les coupes microscopiques nécessaires fussent prélevées juste à un des rares endroits contaminés.

Aussi l'*Association internationale pour l'essai des matériaux* a-t-elle pu maintenir depuis 1895, à l'ordre du jour de ses congrès, la question suivante : *Comment reconnaître, quand on reçoit des bois de construction*, s'ils *renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycelium)?* sans avoir encore obtenu une réponse satisfaisante.

Les dégâts causés par le *Merulius lacrymans* paraissent être beaucoup plus nombreux depuis une quinzaine d'années, surtout dans la partie est de la France : Nancy, Lyon, etc. D'assez nombreux cas ont été aussi constatés à Clermont-Ferrand ou dans les environs pendant la même période,

Cette recrudescence dans les attaques du champignon doit certainement avoir pour cause les errements fâcheux suivis actuellement dans les constructions.

Autrefois, les négociants en bois de charpente étaient obligés de s'approvisionner plus longtemps d'avance. Les bois accumulés dans leurs hangars avaient le temps de se dessécher avant d'être débités. Aujourd'hui, ils réduisent de plus en plus leurs approvisionnements, certains qu'ils sont, grâce aux moyens de transports actuels, de pouvoir les renouveler en forêt en temps utile.

D'autre part, les bâtiments se construisent trop vite, la maçonnerie est insuffisamment sèche quand on la crépit et qu'on la recouvre de plâtre, enfermant ainsi une humidité qui se porte sur les poutres et solives encastrées et les humecte assez pour y faire développer les germes d'infection qu'elles pourraient contenir.

Cette germination ne s'opère bien d'ailleurs que dans l'air humide et stagnant : aussi le premier et le meilleur préservatif à employer pour l'empêcher, consistera dans l'aménagement d'un courant d'air sec à la partie inférieure des planchers ou parquets Les entrepreneurs et architectes ne sauraient veiller avec trop de soin à ce qu'une aération parfaite y soit toujours établie, ils éviteront ainsi de graves responsabilités.

Et dans le cas où une invasion imprévue leur serait signalée, ils auraient tout d'abord à faire enlever les planchers, qui ne seraient replacés qu'après qu'une ventilation énergique aura été installée à leur face inférieure.

Tous les bois un peu atteints : lames, boiseries, plinthes, lambourdes etc., seront supprimés et remplacés, et ceux non encore, ou à peine touchés, devront être, ainsi que le sol et les murs, soigneusement grattés, puis badigeonnés au pinceau à plusieurs reprises avec une solution d'acide sulfu-

rique du commerce étendue de trois ou quatre fois son volume d'eau, ou mieux, avec une dissolution de sulfate de cuivre dans dix fois son poids d'eau.

Des solutions de sublimé, de formol, et autres antiseptiques devront donner également d'excellents résultats, si leur concentration est suffisante. Dans tous les cas, il sera toujours fort prudent de badigeonner au carbonyle les bois neufs de remplacement, afin de rendre leur contamination beaucoup plus difficile.

Dans son traité des Champignons, Cordier préconise également la benzine, mais la grande inflammabilité de ce liquide demande beaucoup de prudence dans son emploi, lequel comme celui de l'acide sulfurique, restera toujours dangereux, tandis que le sulfate de cuivre et les autres produits indiqués peuvent être maniés à peu près impunément.

Des expériences sur l'efficacité de chacun des procédés signalés ont été organisées par mes soins, mais un délai assez long sera nécessaire pour être complètement fixé à cet égard.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

M. ARGAUD

Professeur suppléant à l'École de Médecine.

ET

M. COCHET

Prosecteur à l'École de Médecine (Clermont-Ferrand).

RAPPORTS DIFFÉRENTS DES DEUX PNEUMOGASTRIQUES DANS LA RÉGION CERVICALE

— 4 août —

Les auteurs classiques nous enseignent que le pneumogastrique gauche présente une disposition sensiblement analogue au pneumogastrique droit, c'est-à-dire qu'il se trouve relégué dans l'angle postérieur formé par l'adossement de la carotide primitive en dedans et de la jugulaire interne en dehors.

Or, en étudiant une série de coupes transversales portant sur la région cervicale d'un embryon humain du troisième mois (6 centimètres du vertex au coccyx), nous avons été fort surpris de trouver, en regard du cartilage cricoïde, le pneumogastrique gauche immédiatement en avant de la carotide. Nous avons alors recherché si cette disposition n'était pas accidentelle et si elle persistait chez l'adulte. Sur vingt-six sujets, dont la région cervicale a été disséquée ou décomposée en coupes transversales, nous avons rencontré seize fois le pneumogastrique gauche en avant de la carotide, et seulement dix fois en arrière. Dans la plupart des cas, le pneumogastrique gauche passait en avant de la carotide primitive dès le bord supérieur du cartilage thyroïde, et décrivait une courbe à convexité antérieure jusqu'au niveau de la clavicule.

Nous n'avons trouvé, dans la bibliographie anatomique, que trois ou quatre indications concernant la situation antérieure du pneumogastrique. Cruveilhier (*Traité d'anatomie, 1867*, t. III, p. 75), mentionne, par exemple, qu'au cours d'une épreuve de médecine opératoire, il observa sur un sujet le pneumogastrique gauche en avant de la carotide primitive, mais considère cette disposition comme une simple anomalie.

Nos recherches, bien que limitées à un nombre restreint de sujets, nous

permettent cependant d'affirmer que, dans la majorité des cas, le pneumogastrique gauche se trouve situé en avant et un peu en dehors de la carotide primitive, est accolé à la glande thyroïde et se trouve souvent dans l'angle antérieur que cette artère forme avec la jugulaire interne. Ce fait nous paraît avoir une certaine importance au point de vue des opérations chirurgicales qui se pratiquent dans la région du cou : ligature de la carotide, ablation des ganglions péricarotidiens, etc.

M. ARGAUD

STRUCTURE DE L'ÉPITHÉLIUM AMNIOTIQUE AU NIVEAU DE L'INSERTION PLACENTAIRE DU CORDON OMBILICAL

— 4 août —

On sait que l'épithélium amniotique est pavimenteux stratifié, à la surface du cordon ombilical, tandis que, dans la région placentaire, il se trouve réduit à une simple assise. Nous avons recherché le mode de transition entre ces deux variétés épithéliales, sur des coupes longitudinales intéressant le revêtement amniotique, au niveau de l'insertion placentaire du cordon ombilical. Nous résumerons ainsi les principaux faits qu'il nous a été donné d'observer :

1° L'Épithélium amniotique du cordon ombilical se différencie de la plupart des épithéliums pavimenteux stratifiés par l'absence d'une couche génératrice qui se trouve remplacée par une assise de cellules pavimenteuses. De plus, les cellules des couches superficielles se colorent en rose par le carmalun, en jaune par le picrocarmin, en gris par l'acide osmique, présentant ainsi les caractères des éléments cornés ;

2° A une certaine distance de l'insertion placentaire du cordon ombilical (un demi-centimètre environ), l'épithélium amniotique du placenta est formé de cellules cylindriques disposées sur une seule rangée. L'extrémité apicale de ces éléments, renflée, bombe dans la cavité amniotique et leur base est parcourue par de fines stries longitudinales ;

3° La transition entre l'épithélium pavimenteux stratifié du cordon et l'épithélium cylindrique simple du placenta s'effectue d'une façon ménagée. L'épithélium pavimenteux stratifié fait place insensiblement à un épithélium pavimenteux simple que remplace ensuite un épithélium cubique. Ce dernier, à son tour, se modifie progressivement dans le sens d'un épithélium cylindrique.

M. E. FORGEOT
Chef de Travaux à l'École vétérinaire (Lyon).

SUR QUELQUES DISPOSITIONS DES GANGLIONS HÉMOLYMPHATIQUES DES RUMINANTS

— 8 août —

Ordinairement, les ganglions hémolymphatiques des ruminants sont en relation avec les gros vaisseaux lymphatiques par des efférents remplis d'une lymphe rosée et même rouge, chargée d'hématies normales.

Il n'est pas rare de trouver, dans la cavité abdominale ou dans la cavité pectorale du bœuf et de la chèvre, de ces ganglions complètement indépendants des grandes voies lymphatiques.

Ils ont toujours un faible volume (2 à 4 millimètres de diamètre) et se montrent tantôt sous forme de masses bosselées, par suite d'ectasies de la capsule contenant une lymphe rouge; ou bien sous forme de petites masses rouges arrondies émettant un ou plusieurs bourgeons terminés en cul-de-sac. La disposition que nous avons trouvée le plus fréquemment est la suivante. Du ganglion part une anse lymphatique longue parfois de plus de 2 centimètres, dans laquelle on distingue nettement des renflements correspondant à des valvules intérieures. Ce lymphatique distendu par de la lymphe rouge, tranchant nettement sur le tissu adipeux qui l'entoure, se trouve complètement clos; il atteint parfois 1 à 2 millimètres de diamètre, et en le comprimant on ne peut obtenir l'évacuation de la lymphe. Celle-ci est excessivement riche en globules rouges normaux et contient les différentes variétés de globules blancs, sauf les éosinophiles.

Les coupes en série montrent la communication de ces lymphatiques clos en anse ou en cul-de-sac, avec les sinus du ganglion, remplis d'hématies.

Cette disposition permet d'expliquer l'hypothèse émise par certains auteurs, en particulier par Weidenreich, que les ganglions hématiques n'ont pas de lymphatiques efférents.

Cette hypothèse, combattue par Helly, qui était parvenu à injecter les vaisseaux efférents des ganglions hématiques, peut s'expliquer par le fait que ces ganglions se développent sur place et que leurs efférents bourgeonnent pour se mettre en relation avec les grandes voies lymphatiques. Ces ganglions hémolymphatiques afférents en cul-de-sac, seraient des ganglions jeunes, à fonction hématopoïétique, comme l'a montré Retterer, ils ne seraient pas encore en relation avec les gros lymphatiques.

L'existence à l'intérieur de ces vaisseaux de globules rouges normaux doit également nous faire rejeter l'hypothèse que les ganglions hématiques sont des centres de destruction des globules rouges.

M. ARGAUD

SUR QUELQUES PARTICULARITÉS STRUCTURALES DE LA GRANDE AZYGOS CHEZ LE BŒUF

— 4 août —

La grande Azygos du bœuf se distingue des autres veines, au simple examen macroscopique, par l'existence d'un réseau rougeâtre, à mailles longitudinales, qui marbre la surface du vaisseau. D'autre part, si l'on vient à fendre longitudinalement la paroi du vaisseau, on aperçoit, à sa face interne, un certain nombre de crêtes longitudinales.

L'examen microscopique nous montre les détails structuraux suivants :

1° L'intima est réduite à l'endothélium et à une limitante interne très délicate qui dessine, autour de la lumière, des festons presque continus;

2° La média comprend deux plans de fibres contractiles : un interne transversal, 60 μ, et un externe longitudinal, 140 μ.

De nombreuses fibres élastiques serpentent, sur la coupe transversale, parmi les fibres transversales. Il est à remarquer que la disposition réciproque des éléments élastiques et des fibres contractiles de la couche circulaire rappelle complètement celle que l'on rencontre dans certaines artères des vertébrés inférieurs (aorte descendante d'*Acanthias vulgaris*, par exemple).

Tandis que les fibres cellules transversales du plan interne forment une couche à peu près continue, les fibres musculaires longitudinales du plan externe sont groupées par faisceaux plus ou moins espacés et séparés les uns des autres par des cloisons de tissu conjonctif riches en fibres élastiques longitudinales.

Les fibres élastiques sont particulièrement tassées au voisinage des faisceaux contractiles;

3° L'adventitia possède, çà et là, quelques vasa-vasorum, et renferme quelques rares fascicules de fibres musculaires longitudinales.

Ce qui caractérise la particularité de la grande Azygos, chez le bœuf, c'est l'existence d'une série de crêtes longitudinales faisant saillie dans la lumière du vaisseau. Ces crêtes semblent résulter de plissements longitudinaux de la paroi dont les deux lames sont intimement soudées l'une à l'autre.

En outre, l'Azygos du bœuf, par la présence d'une limitante interne, vient augmenter le nombre des veines dont la structure rappelle celle des artères, et dont les veines du type propulsif de Renaut constituent l'exemple le plus caractéristique.

M. Paul WINTREBERT

Préparateur à la Faculté des Sciences (Paris).

SUR LA POSSIBILITÉ D'OBTENIR UNE FORME INTERMÉDIAIRE ENTRE L'AXOLOTL ET L'AMBLYSTOME

— *8 août* —

Avant de relater l'histoire de l'animal qui fait l'objet de cette étude, je voudrais signaler, en quelques mots, l'influence prépondérante que l'eau, par sa présence ou sa disparition, a exercée sur la vie des Batraciens, comment elle a été la cause de leurs adaptations diverses, comment, aujourd'hui encore, elle joue un rôle décisif dans l'avenir de leur évolution. Ces considérations forment un préambule naturel; elles m'ont engagé à tenter l'expérience décrite plus loin, et celle-ci vient à son tour confirmer le même point de vue en montrant l'arrêt du développement survenu chez un Amblystome, *en cours de métamorphose*, par le seul effet de la remise à l'eau.

§ I. — Importance de l'eau dans la biologie des Batraciens.

A. — *Batraciens à métamorphose obligée.* — L'acquisition de la forme adulte est un phénomène obligatoire chez la plupart des Batraciens. La métamorphose qui aboutit à changer une larve branchiée en un être aérien se produit le plus souvent dans l'eau, au milieu des circonstances qui paraissent le mieux favoriser la vie aquatique. Ce caractère d'obligation, imprimé par l'hérédité à la marche du développement, résulte des conditions antérieures qui ont suscité l'évolution des ancêtres vers la forme terrestre. A considérer le besoin qu'éprouvent aujourd'hui tous les batraciens de la présence de l'eau, on peut affirmer que seule une nécessité impérieuse a pu les forcer autrefois à quitter leur milieu préféré; ils n'ont pas abandonné l'eau de leur plein gré, *c'est l'eau qui leur a manqué.* L'asséchement périodique et régulier des mares, des étangs, qui constituent leur habitat de prédilection ne leur a laissé qu'un seul moyen de survivre : l'adaptation aérienne.

Devenus adultes, les batraciens sont restés au voisinage de l'eau; ils ont recherché les lieux humides, fui les régions arides et desséchées. Aucun

n'est xérophile; beaucoup montrent une tendance manifeste à s'acclimater de nouveau dans le milieu d'où ils sont sortis; quelques-uns même mettent à profit des circonstances favorables pour y demeurer toute la vie.

Dans l'eau, les adultes respirent à la fois par la peau et par les poumons; le premier mode étant généralement insuffisant, ils montent de temps à autre à la surface renouveler leur provision d'oxygène; c'est grâce à la faculté qu'ont leurs poumons de conserver l'air aspiré, qu'ils peuvent rester étalés sans effort et sans mouvement la tête hors de l'eau.

Qu'ils soient donc au stade larvaire ou parvenus à l'état adulte, les batraciens se trouvent à l'eau comme dans leur élément naturel. Au contraire, pendant la phase de transition entre ces deux états, ils ne s'accommodent pas aussi bien de sa présence. Si nous suivons les allures d'un têtard d'Anoure ou d'Urodèle arrivé à la fin de la transformation, nous observons qu'au moment où la fonction branchiale, aidée de la fonction cutanée, devient insuffisante à assurer l'hématose, l'animal ne peut respirer l'air et par suite continuer à vivre que si le museau est émergé; le jeu normal des poumons demande comme condition indispensable que les voies aériennes restent en communication libre et constante avec l'atmosphère. Il est rare dans la nature que les larves ne puissent satisfaire à cette nécessité; elles viennent à terre ou se soulèvent à l'aide de leurs membres antérieurs sur une plante, un objet flottant; mais si cependant elles manquent d'appui, on les voit s'agiter désespérément et s'épuiser en vains efforts pour maintenir la tête hors de l'eau; elles finissent par succomber à l'asphyxie, et juste à l'instant de devenir terrestres, meurent noyées. Dans des conditions semblables, un adulte aurait résisté. Ce n'est pas que les poumons soient incapables de remplir leur rôle pendant la métamorphose, car, bien avant ce stade, ils sont parfaitement développés et, comme je l'ai précédemment montré *(1907)*, peuvent suffire seuls à l'hématose; mais ils ne peuvent conserver l'air aspiré, comme ils le font plus tard, à l'état adulte, et comme ils le faisaient même auparavant, au stade larvaire. A la fin de la métamorphose, quand la respiration aérienne devient une obligation, *le larynx, en transformation, ne peut assurer l'occlusion des voies aériennes;* la larve devient incapable de flotter.

Ce défaut de concordance entre le perfectionnement de l'appareil pulmonaire et celui de la glotte montre ainsi que, dans l'histoire de l'évolution, la lutte contre le milieu n'a pas commandé leur association; il constitue donc une preuve *a posteriori* de l'asséchement que les ancêtres ont subi pour devenir terrestres.

L'ontogénie, dans ce cas de larves libres, en métamorphose, semble la répétition fidèle de l'évolution philogénique; comme elle, elle demande, pour aboutir à la forme aérienne, le concours persistant du milieu primitif et celui-ci est inscrit dans le développement même par le mode spécial

et la succession normale des réactions organiques qu'il a provoquées. Les métamorphoses qui s'observent dans l'eau prouvent seulement l'impulsion dominante des phénomènes héréditaires sur les circonstances actuelles de milieu, mais la larve y reste soumise aux capacités fonctionnelles de ses organes acquis pour une destination différente; elle y est prise au dépourvu; si elle succombe, ce n'est pas une anomalie, mais la faute du désaccord entre l'organisme en développement et le milieu. Si nous plaçons la larve dans une très minime quantité d'eau, nous rétablissons l'ambiance habituelle; le fonctionnement tardif du larynx reste inaperçu et sans conséquence et nous comprenons que l'hérédité ait fixé la succession des processus métaboliques dans l'ordre où nous les voyons se dérouler aujourd'hui.

B. — *Batraciens à métamorphose facultative.* — Mais tous les batraciens n'ont pas une métamorphose obligée. La permanence de l'eau et la constance simultanée des facteurs atmosphériques qui en favorisent la réalisation, tels que la température basse, la lumière modérée, etc., ont réussi à contre-balancer chez quelques-uns d'entre eux l'hérédité et déterminé le phénomène de persistance larvaire connu sous le nom de *néoténie*. Quelques Urodèles conservent même la forme aquatique tout en acquérant cependant l'état adulte par la maturation de leurs organes génitaux.

Le conflit entre l'hérédité et le milieu actuel peut donc se terminer à l'avantage de celui-ci. Filippi, dès 1861, signalait aux environs du lac Majeur, des tritons alpestres branchiés possédant la capacité de se reproduire. On provoque aussi des cas analogues par des procédés expérimentaux; c'est ainsi que le transport sous le climat tempéré de la France a déterminé d'emblée le même phénomène chez les têtards d'amblystoma, importés en 1863 du Mexique. Grâce à une succession presque ininterrompue de larves progénétiques, les Axolotls de nos pays constituent aujourd'hui un matériel excellent pour l'analyse des facteurs qui suscitent l'adaptation au milieu. Ils se montrent assez dociles aux circonstances, plus enclins à garder qu'à perdre l'état larvaire. Leur hérédité est d'autant plus incertaine que les parents sont depuis plus de générations demeurés dans l'eau. Actuellement, ils ne se transforment jamais spontanément; ils doivent toujours subir au préalable l'incitation d'un asséchement gradué. Dans un lot de larves, issues d'une même ponte, les tendances sont inégales : ainsi, on trouve des animaux *réfractaires* qu'aucune manœuvre n'engage à devenir terrestres; chez eux, l'hérédité a perdu ses droits; il semble qu'il faille à nouveau, comme dans l'évolution primitive, la pression continue sur plusieurs générations pour retrouver la forme parfaite; d'autres larves, par contre, se décident vite à la vie aérienne. Une troisième catégorie arrive lentement à la métamorphose; ce n'est qu'à force de patience et d'excitations multipliées qu'on parvient à réveiller la faculté

de transformation; à cause de leur indécision plus grande, ils constituent, au point de vue expérimental, comme nous le verrons dans la seconde partie de ce travail, le groupe le plus intéressant.

J'ai cherché, dans une étude précédente *(1907)* à me rendre compte de la valeur relative des influences mises en jeu par le procédé du transport forcé des larves hors de l'eau, et j'ai abouti à cette conclusion : que la *secheresse de l'air ambiant* représentait le facteur principal. En effet, j'ai conservé plusieurs années des larves dans l'air saturé d'humidité sans obtenir d'autre changement que l'atrophie prononcée des organes devenus inutiles, tels que la queue, les palmures interdigitales, les branchies; la respiration aérienne seule ne suffit donc pas à provoquer la forme parfaite.

Les Axolotls, qui, dans une atmosphère humide, se sont adaptés à la vie terrestre, une fois replacés dans l'eau, réacquièrent plus ou moins vite, par suite d'une reprise fonctionnelle, l'amplitude des organes désuets. On n'est pas autorisé à dire pourtant, comme l'ont fait *Weissmann* (1875), *Kollmann* (1884), *Marie von Chauvin* (1885), que cette régénération marque une régression vers un état phylétique inférieur, car, à aucun moment, les Axolotls n'ont présenté les modifications métaboliques du squelette, propres aux amblystomes.

Cette expérience vient à l'appui des observations précédentes pour confirmer, sur la destinée des Batraciens, l'influence souveraine de l'eau : en effet, malgré l'embarras que peut éprouver un Axolotl de trainer sur terre des appareils propres à la vie aquatique, il continue d'y vivre sans se transformer, si l'air est simplement humide; *même à l'état de vapeur, l'eau suffit à maintenir intact l'équilibre de la forme.*

Cette action prédominante de l'eau est encore illustrée par l'expérience plus récente qui m'a permis d'obtenir une forme intermédiaire entre l'Axolotl et l'Amblystome. Il me reste maintenant à l'exposer. L'eau n'est pas seulement capable d'arrêter le développement au stade larvaire ; son intervention permet encore de fixer, dans certaines conditions, une des étapes de la métamorphose commencée.

§ II. — Le demi-amblystome a branchies.

A. Dugès a fait au Mexique deux obervations intéressantes qui montrent la possibilité d'adaptations particulières au cours de la métamorphose. En 1897, il constate la formation nouvelle de panaches branchiaux chez un jeune amblystome remis à l'eau à un moment où la régression des branchies n'était pas complète ; quand il reçut l'animal, celles-ci étaient représentées par de petits appendices simples, sans filaments, d'une longueur d'un demi-centimètre à peine : à part cette particularité, tous les caractères, la forme du corps, de la queue, de la bouche, étaient ceux de l'adulte. Placé dans un aquarium où il pouvait émerger sur une pierre, dans un

endroit très chaud, l'Amblystome resta à l'eau de préférence et, en sept semaines régénéra deux magnifiques panaches branchiaux contractiles ; l'auteur conclut « à un cas d'adaptation régressive qu'on peut bien appeler réadaptation ».

En 1901, *A. Dugès* signale une larve d'*Amblystoma Altamirani* qui, malgré des conditions très favorables à la métamorphose (lit de mousse simplement humide, alimentation abondante, température ordinaire de 21 degrés centigrades) montrait encore, un mois après la disparition des limbes caudaux et la réduction des branchies à un petit tubercule entièrement recouvert par la peau, des caractères larvaires des lèvres, de la langue et des dents vomériennes. Il ajoute :

Les conditions étant propices, en cet espace de temps, pour un changement complet, celui-ci ne s'est pas produit. M. Velasco, dans ses excellentes observations sur les Axolotls, a vu soixante-dix de ceux-ci se transformer sans sortir de l'eau ; d'autres sujets opèrent leur changement à mesure que diminue l'eau des mares où ils vivent. Pour quelle cause ? Mon ami, le professeur A. Herrera a dit : On connaît l'âge d'un naturaliste à sa hardiesse ou sa réserve à exprimer ses opinions. J'ai soixante-quinze ans et je ne me risque pas à trancher la question ».

A. Dugès aurait pu cependant rechercher les antécédents des larves qu'il observait. Les détails qu'il donne sont trop succincts pour qu'on puissé formuler une hypothèse bien fondée ; pourtant ses Amblystomes proviennent d'une région de montagnes, et nous savons que le froid habituel favorise la persistance des caractères larvaires ; de plus, la larve de 1901 fut conservée dans de la mousse; elle y trouvait, avec la chaleur et la bonne alimentation, facteurs de métamorphose, l'humidité, cause si importante de neoténie.

J'ai cherché, par l'expérimentation, à provoquer de semblables anomalies et à fixer leur déterminisme.

L'essai d'arrêter à mi-chemin la métamorphose ne m'avait pas réussi en août 1904. J'avais placé deux jeunes Amblystomes terrestres, conservant des restes de branchies, dans une eau courante peu profonde où ils ne trouvaint aucun appui pour émerger ; il leur suffisait cependant de lever la tête pour respirer l'air en nature : je les trouvais morts le sixième jour de leur remise à l'eau.

J'en avais conclu qu'*une métamorphose commencée devait se compléter nécessairement*, et que les jeunes Amblystomes se noyaient, comme font, dans nos pays, toutes les larves de Batraciens que l'immersion empêche de substituer librement la respiration pulmonaire à la respiration branchiale. Pourtant deux facteurs avaient pu amener ce résultat, qu'il était aisé d'écarter : 1° la température élevée de l'eau, nuisible à la respiration aquatique, pendant les chaleurs de l'été; 2° la poussée trop active de l'hérédité chez de jeunes Amblystomes provenant d'amblystomes, ayant acquis de ce fait une tendance à la transformation, impossible à surmonter. Je résolus donc d'expérimenter l'hiver, et sur les Axolotls issus d'une longue lignée de larves progénétiques, c'est-à-dire difficiles à transformer.

Expérience. — Je mis à l'assèchement, le 1er octobre 1907, huit larves d'Amblystomes issues d'une même ponte et longues de huit centimètres environ. Je n'insiste pas, sur les moyens de coercition que j'emploie pour provoquer la métamorphose, je renvoie pour ces détails au mémoire que j'ai présenté au Congrès de Reims (1907).

La température, pendant le cours de l'expérience, oscilla entre 8 et 18 degrés.

Le 1er novembre, trois larves étaient en train de se métamorphoser; nous ne les suivrons pas : je jugeai leur transformation trop rapide pour être facilement arrêtée. Je fis subir aux cinq animaux restés à l'état larvaire un régime plus rigoureux; je les soumis, pendant quelques heures et à plusieurs reprises, à une dessication complète. Le 25 novembre, trois avaient succombé; il me restait deux larves en bonne santé, mais rebelles à la transformation. Je continuais sur elles mes manœuvres d'assèchement total tout en surveillant attentivement leurs réactions pour éviter de les perdre; les époques d'exposition à l'air se prolongèrent pendant trois jours, du 11 au 14 décembre 1907, pendant deux jours du 2 au 5 janvier 1908, pendant deux jours encore du 13 au 15 janvier. Dans l'intervalle les larves étaient remises à l'eau ; on les nettoyait soigneusement; elles baignaient à peine jusqu'à mi-corps; les mouvements rythmiques des branchies réapparaissaient sur le champ, et la nourriture abondante, composée de larves de chironome, sur lesquelles elles se jetaient avidement, avait tôt fait de leur rendre leur vigueur.

Après quelques mois de pareilles incitations, les axolotls prennent l'habitude, même en dehors des périodes de dessiccation, de se promener à sec sur le gravier de l'aquarium ; on ne peut en inférer aucunement que leur transformation est proche. On constate, en effet, avec l'atrophie prononcée des organes inutiles, chez les larves dites *réfractaires*, une adaptation progressive de la peau, qui leur permet ces excursions terrestres. Tout au début de l'expérience, le contact de l'air mortifie les cellules de l'épiderme et provoque la formation d'un manteau de desquamation qui prend dans l'eau, par imbibition, une coloration blanchâtre, ou gris sale ; à chaque instant, pour permettre la fonction respiratoire cutanée, on doit débarrasser les larves des lambeaux de peau morte qui les recouvrent. La rapidité de leur renouvellement trahit l'irritation, et la mutation intense du tégument.

Peu à peu, la peau devient moins sensible à l'action de la sécheresse; elle prend un aspect plus lisse ; les squames deviennent moins visibles et plus lentes à se former. La mue continue de s'effectuer, mais, moins fréquente, elle s'opère par plus larges lambeaux. Les animaux commencent à se réfugier sous les abris obscurs qui leur sont ménagés ; ils préfèrent le gravier sec et l'obscurité, à la mare où ils barbotent en pleine lumière ; mais ils reviennent de temps à autre s'humecter à celle-ci, et y prendre leur nourriture. Ils vivent certaines périodes constamment dans l'eau, puis, brusquement, la quittent pour rester plusieurs jours à terre; on est ensuite surpris de les voir adopter de nouveau le milieu aquatique, sans qu'ils changent d'aspect.

Ces modifications progressives de la peau se complètent chez les larves qui vont se transformer ; la peau change de couleur ; au lieu d'être noire ou brun foncé, elle s'éclaircit et devient d'un gris verdâtre; mais, parfois aussi, elle reste sombre ; sur le fond, se précisent beaucoup plus distinctement que chez l'Axolotl, des taches d'un jaune clair isolées ou confluentes, anguleuses, à bords irréguliers ; elles apparaissent surtout sur les membres et sur les flancs.

Ces changements très lents s'accentuent peu à peu ; mais il est difficile de

fixer par leur examen la date où débute la métamorphose; l'animal semble préférer l'émersion, mais continue pourtant d'aller fouiller la mare pour y chercher sa nourriture; il ne traîne plus sur le dos des débris de peau sale et mortifiée; sa parure devient, au contraire, *brillante et vernissée*. Cependant, seule une étude attentive et quotidienne, une comparaison constante entre les larves, permet de certifier exactement l'époque où l'adaptation de la peau peut être mise sur le compte d'une métamorphose au début. Le changement de forme des doigts, la diminution des nageoires caudales, sont aussi des phénomènes métaboliques qu'il est difficile de séparer de la simple atrophie des palmures et des limbes, causée par la désuétude; pourtant, on peut dire que, chez l'Axolotl réfractaire, les limbes sont simplement versés sur le côté ou enroulés en cornet, tandis que la véritable régression raccourcit leur hauteur en épaississant leurs bords. Les doigts de l'Axolotl sont en fer de lance; la disparition totale des palmures les rend arrondis, et les fait paraître plus longs.

C'est le 25 janvier 1908 que ces divers phénomènes apparurent chez l'une des deux larves que nous avions laissées à l'assèchement. La seconde larve ne put jamais être transformée, malgré les sollicitations réitérées qui se poursuivirent jusqu'à sa mort, survenue le 11 mars; nous laisserons de côté tout ce qui se rapporte à son histoire pour ne plus nous occuper maintenant que de l'Axolotl en transformation qui fait l'objet principal de nos recherches. C'est donc après quatre mois environ, que se manifestèrent chez lui les premiers indices d'un changement.

Les limbes de la queue disparurent progressivement; tout le corps s'arrondit, et, bientôt, l'aspect général de l'Amblystome se précisa avec sa parure caractéristique. Le 17 février, trois semaines après le début de la métamorphose, l'animal avait, sauf au niveau de la tête, l'habitus extérieur de la forme parfaite. Les branchies persistaient encore, très amoindries, à l'état de moignons dépigmentés et grisâtres; on leur voyait encore quelques barbelures et, de temps à autre, s'observaient aussi quelques mouvements de contraction totale. A aucun moment, on ne remarqua de troubles de l'appétit ni d'amaigrissement; bien au contraire, l'animal grossit au cours de sa métamorphose et mangea avec voracité les vers de vase. Il venait à la mare et restait volontiers la tête dans l'eau.

Pour lui conserver ses branchies, on le transporta dans un aquarium obscur et incliné, contenant de l'eau très pure, en quantité telle que, dans la partie la plus élevée, il pût, en levant seulement la tête, respirer l'air en nature. Mais l'accommodation nouvelle au milieu aquatique se fit sans heurt et sans débat; l'animal ne chercha aucunement à émerger; il ne fit aucun effort pour venir humer l'air à la surface, et rester en contact constant avec l'atmosphère: comme si la respiration cutanée lui était amplement suffisante. Il se tenait en pleine eau, attentif seulement à manger les proies vivantes qu'il y trouvait.

Le 21 février, sa longueur totale est de $11^{cm},5$; il est gros; ses branchies paraîssent plutôt diminuer qu'augmenter.

Le 25 février, l'animal est transporté dans un grand bac rempli d'eau à la température moyenne de 12 degrés; il s'y trouve bien et se repose souvent dans les herbes près de la surface.

Le 3 mars, on constate que les branchies, au lieu de régresser, se pourvoient au contraire, de quelques filaments nouveaux; l'animal emmagasine dans ses poumons une grande quantité d'air qui le fait flotter, ou lui tient la partie postérieure du corps soulevée quand il se trouve au fond. Les mouvements des branchies, sont de peu d'étendue, mais ont repris leur périodicité rythmique.

L'observation montre, les jours suivants, que l'Amblystome se meut à son aise à toute hauteur dans l'eau, et qu'il n'éprouve qu'à de rares moments, comme un Amblystome normal, le besoin de renouveler sa provision d'air.

A ce moment, l'examen rapide de la cavité buccale dénote que les dents vomériennes se sont déplacées en arrière; mais les plus antérieures se trouvent toujours au milieu de l'espace situé entre les choanes et les dents maxillaires.

Le 18 mars, les filaments branchiaux de nouvelle formation sont devenus très nets, de couleur noirâtre; les axes primaires qui les portent n'ont cependant pas grandi; la parrure terrestre de l'Amblystome n'a pas sensiblement changé; taches jaunes lumineuses sur un fond gris verdâtre foncé.

30 avril. — La peau est devenue noirâtre et les taches claires sont comme voilées, distinctes seulement sur la queue. A la base de la queue, on voit apparaître une crête dorsale épaisse, distincte, par son opacité, d'une nageoire de nouvelle formation. Pour éviter une confusion, on compare l'animal en expérience avec des Amblystomes adultes que l'on a replacés dans l'eau; on s'aperçoit que ceux-ci sont devenus d'un brun noirâtre presque uniforme et que, d'autre part, ils présentent sur le dos de la queue une crête encore plus accentuée; la conclusion de cet examen comparé indique donc que l'animal revêt sa parure aquatique et développe, selon la règle, au fur et à mesure de sa croissance, la partie dorsale de sa queue.

Le 3 juillet, l'animal atteint 16 centimètres de long; quand les chaleurs sont fortes, il reste, près de la surface et respire davantage par les poumons. On observe chez lui, comme parmi les Amblystomes, une gêne réelle, lorsque la température s'élève aux environs de 30 degrés; plusieurs fois l'exposition intempestive du bac au soleil fit monter à ce niveau la température et faillit être la cause d'accidents.

L'examen de l'animal vivant révèle, à cette époque, les caractères suivants. Dans son ensemble et si l'on met à part la tête pourvue de branchies, le corps a l'aspect extérieur d'un Amblystome; il est arrondi; on constate l'absence complète des limbes caudaux et des palmures interdigitales; le pli cutané postérieur de la cuisse, si accusé chez l'Axolotl, n'existe pas; les séparations intermétamériques du tronc sont peu apparentes. L'animal n'est pas arrivé à l'état adulte; les bourrelets cloacaux ne permettent pas d'assurer à quel sexe il appartient. Quand on le sort de l'eau, la peau se montre brillante et polie comme celle d'un Amblystome; elle se distingue ainsi du tégument mat et velouté de l'Axolotl.

La tête présente un grand intérêt. En arrière et sur le côté ventral, elle apparaît, comme chez la larve, dilatée par la présence de l'appareil branchial. Les branchies ont régénéré de petits panaches; les axes qui les portent, au lieu de finir en pointe, se terminent en massue, et présentent, à leur extrémité, des bouquets de filaments. Ceux-ci sont généralement longs et abondants, mais plus minces et plus étroits que ceux d'une branchie normale. Les branchies sont moitié plus courtes que chez un Axolotl normal. On constate aussi une inversion dans leur longueur relative : la branchie antérieure est la plus développée; la postérieure, la plus courte; c'est l'inverse qui est la règle. Leur mouvement de contraction est beaucoup moins ample que d'habitude; il n'est pour ainsi dire qu'esquissé, et ne rabat pas d'ensemble les trois branchies contre la paroi latérale du cou.

Si l'on examine l'animal du côté ventral, on voit que le repli cutané qui, parti de l'avant, cache en arrière et sur les côtés l'appareil hyoïdien et les fentes branchiales, et qu'on désigne sous le nom d'opercule, est réduit à un simple bour-

relet : sa régression laisse à découvert les axes branchiaux et la région hyoïdienne postérieure et médiane ; le tégument qui tapisse ces organes reste clair et sans pigment, de sorte qu'au milieu de la robe uniformément sombre du demi-amblystome, le croissant clair de la région branchiale à découvert attire immédiatement l'attention. On peut constater avec facilité que les tissus du plancher pharyngo-branchial se sont développés en largeur, en retrécissant par le bas l'ouverture des fentes branchiales ; si l'on mesure, à la fois chez un jeune Axolotl de 15 centimètres et chez le demi-amblystome, la distance qui sépare la ligne médiane ventrale de l'ouverture de la première fente branchiale, on trouve pour l'Axolotl, 5 millimètres, et pour l'animal en question un peu plus grand, 10 millimètres. Le début des fentes branchiales est donc reporté plus en dehors et plus haut.

La région antérieure de la tête montre des modifications importantes qui lui donnent un facies intermédiaire entre la forme Axolotl et le type Amblystome. A la regarder par-dessus, on note que le bord antérieur a perdu de sa largeur ; le museau est devenu moins large et plus arrondi ; si l'on voit l'animal de côté, on remarque que le plan supérieur de la tête est moins plat que chez la larve et décrit une convexité plus grande ; en revanche, le plan inférieur descend moins bas, la région hyoïdienne est moins globuleuse ; mais sa convexité encore très prononcée est loin de la ligne horizontale qui marque sur le profil de l'Amblystome la limite du maxillaire inférieur.

La fente buccale s'est agrandie ; quand la bouche est ouverte, la commissure se trouve sur un plan vertical passant par le milieu de l'œil ; chez l'Axolotl, elle est en avant de celui-ci ; chez l'Amblystome, en arrière. Le repli tombant de la lèvre supérieure, qui limite l'ouverture buccale en se raccordant à l'extrémité libre d'un repli semblable de la lèvre inférieure, est moins étendu que chez la larve. La lèvre inférieure de l'Axolotl retombe en un pli externe à partir de la symphyse ; chez le demi-amblystome, la plicature persiste encore en arrière, mais a disparu en avant. La lèvre supérieure, par ses prolongements latéraux, forme chez l'Axolotl, de véritables bajoues qui élargissent beaucoup le museau et donnent à la tête un aspect quadrangulaire ; c'est grâce à la régression de ces prolongements que le museau de notre animal devient arrondi et plus étroit ; cependant, le demi-cercle inférieur de l'œil reste encore enfoui dans les tissus de la face.

L'ouverture des narines est séparée de la fente buccale par un intervalle un peu plus grand que chez la larve ; la distance entre les narines s'est aussi légèrement augmentée ; mais ce qui saute aux yeux tout d'abord, c'est la formation, à la partie antérieure de la tête, d'un remblai vertical, en haut duquel se trouvent maintenant percés les naseaux. La face de l'Axolotl, coupée en biseau, vient au contraire, se terminer, par une seule pente, au bord de la bouche. Les narines sont aussi légèrement portées sur les côtés et mieux aperçues sur le profil, par suite du raccourcissement du diamètre transversal.

La distance entre les axes oculaires est légèrement accrue ; les yeux sont beaucoup plus apparents ; ils sortent de la tête, comme chez l'Amblystome, par leur partie supérieure. Ils sont garnis de paupières contractiles, capables de se rapprocher et de protéger efficacement le globe oculaire ; le progrès est donc manifeste sur l'état larvaire, où l'œil, adhérent par sa circonférence cornéenne au tégument environnant, ne peut qu'être rétracté dans l'orbite au-dessous du plan céphalique superficiel. En raison de l'augmentation de la convexité latérale du crâne, les yeux ne sont plus autant dirigés vers le haut, mais davantage sur le côté,

et ils se montrent plus franchement sur le profil de l'animal. La distance entre eux et l'orifice des narines est presque inchangée.

On ouvre de force la bouche de l'animal, en introduisant entre les mâchoires la palette qui termine le manche d'un scalpel ; les particularités qu'on y remarque sont nombreuses et importantes.

Les dents vomériennes ne sont plus celles de l'Axolotl ; elles n'ont pas non plus la disposition qu'on observe chez l'Amblystome ; on peut dire qu'elles sont situées à mi-chemin du parcours qu'elles doivent effectuer dans la transformation complète ; elles figurent, de chaque côté, une ligne longitudinale ondulée en forme d'S, dont l'extrémité antérieure, rabattue transversalement, est distante d'environ 3 millimètres des dents intermaxillaires, et dont l'extrémité postérieure, dirigée en dehors, contourne à moitié l'orifice des choanes ; les deux lignes, non adossées sur la ligne médiane en avant, concourent à dessiner, dans leur ensemble, un arc très concave en arrière.

Les dents palatines de la larve ont disparu ; on constate aussi *l'absence des dents découvertes par L. Calori (1851) sur l'os dental interne* de la mâchoire inférieure.

La saillie de la *langue*, ou pour être plus exact, du basihyal, partie antérieure et médiane de l'appareil hyoïdien, est beaucoup moins forte que chez l'Axolotl. En effet, il n'y a pas chez celui-ci de langue, à proprement parler ; on ne peut compter comme telle la doublure de tissu muqueux, recouverte elle-même de la muqueuse bucco-pharyngienne qui entoure les cartilages hyobranchiaux, et montre, sous forme d'incisures, leurs séparations. L'appareil hyoïdien est donc moins proéminent que chez la larve, dans la cavité buccale, mais, d'autre part, une véritable langue s'ébauche en avant de lui ; elle est inscrite dans la région génienne de la mâchoire inférieure, et présente, comme celle-ci, un contour antérieur ovalaire ; elle est partagée en deux par un léger sillon médian et ses bords amincis sont à peine soulevés au-dessus du plancher buccal.

Ces caractères ont, depuis, persisté sans changement appréciable. Voici en quelques mots le résultat de mes observations depuis la séance du Congrès jusqu'aujourd'hui, 29 octobre. Un examen fait le 2 septembre dénote seulement une croissance générale régulière. Le 9 septembre et les jours suivants, on assiste à une mue caractérisée par l'exsuviation de larges lambeaux se détachant sur la ligne médiane du dos et tombant le long du corps sous le ventre et la queue. On remarque que l'animal tient habituellement la bouche entr'ouverte. Les mouvements contractiles des branchies sont toujours légers et se répètent rythmiquement toutes les dix secondes environ.

A la fin du mois de septembre et au commencement d'octobre, les bourrelets cloacaux, jusque-là peu apparents, commencèrent à prendre un développement considérable, indiquant ainsi le sexe mâle du demi-amblystome.

Le 26 octobre, l'animal mourut inopinément sans qu'aucun phénomène prémonitoire ait permis de prévoir sa fin.

Pour terminer son histoire biologique j'ajouterai que l'autopsie a révélé une véritable obstruction de l'appareil digestif ; l'estomac et l'intestin étaient remplis de débris végétaux, de tiges de cératophyllum, dont les morceaux longs de 1 à 2 centimètres ne pouvaient être digérés et formaient un treillis infranchissable ; l'animal les avait avalés gloutonnement au fond de l'aquarium, en même temps que les vers de vase qui s'y tenaient blottis. Je signalerai encore la complète maturation de l'appareil génital, prouvée par le grand développement des testicules, le gonflement et les larges circonvolutions des canaux de Wolff.

Les caractères anatomiques et squelettiques seront décrits ultérieurement avec détail ; mais déjà les constatations signalées permettent d'établir quelques résultats importants :

CONCLUSIONS.

I. — La remise à l'eau d'un jeune Amblystome à moitié transformé peut déterminer l'arrêt de la métamorphose en train de s'accomplir. Cette action du milieu est remarquable en ce qu'elle fixe à un stade non déterminé d'avance les caractères déjà acquis et qu'elle empêche, d'autre part, l'éclosion de modifications nouvelles. L'animal est comme cristallisé dans sa forme, à un moment où celle-ci est le plus instable, par le seul effet de la présence constante de l'eau.

II. — Cet effet de stabilisation, sous l'influence de l'eau, est rendu possible par la lenteur avec laquelle le changement s'accomplit, l'hiver, et grâce à la tendance indécise de l'hérédité, chez un Axolotl issu d'une longue lignée de larves progénétiques.

III. — L'action des procédés particuliers d'asséchement se traduit par la transformation précoce et complète du tégument, plus spécialement atteint par la sécheresse de l'air ambiant. Les modifications du squelette de la tête, l'orientation nouvelle des dents vomériennes ont commencé plus tardivement, et, au moment de la remise à l'eau, étaient loin d'être terminées.

IV. — Cette disjonction de phénomènes en général connexes, restée persistante dans le cas qui nous occupe, peut être rapprochée de celle que j'ai déjà signalée chez les têtards d'Anoures sortis prématurément de l'eau. Elle confirme que les divers processus d'une métamorphose ne sont pas solidaires les uns des autres, qu'ils peuvent débuter ensemble ou apparaître successivement, chevaucher les uns sur les autres, finir séparément ou même rester en suspens sans être reliés entre eux par une relation de cause à effet ; elle montre, d'autre part, que tout en étant subordonnés à la même cause interne, ils peuvent être soumis, pour l'époque de leur apparition et leur marche, à l'influence dominante des facteurs externes.

V. — La constatation de la maturité génitale prend une importance considérable ; on peut, grâce à elle, affirmer la fixation durable des caractères que nous avons signalés et qui, du reste, ont persisté sans changement pendant les huit mois de la vie aquatique nouvelle.

VI. — Le milieu aquatique s'est montré impuissant à susciter la réapparition d'organes qui semblent avoir avec lui une relation directe d'utilité ; ainsi les limbes caudaux, les membranes interdigitales n'ont pas reparu. Mais il a déterminé une amplification nouvelle des branchies dont la régression, au moment de la remise à l'eau, n'était pas terminée. Cette régénération fonctionnelle ne s'est pas faite exactement sur le mode

normal, puisque, contrairement à la règle, les branchies antérieures sont devenues les plus grandes et les postérieures les moins développées. Cette différence suggère l'idée que l'appareil hyobranchial a été partiellement atteint par la métamorphose.

BIBLIOGRAPHIE

1851. Calori (L.) — *Sulla Anatomia dell'Axolotl. (Mem. Acad. sc. dell'Instit. Bologna* t. III*)*.

1885. Chauvin (Marie von). — *Ueber die Verwand lungsfähigkeit des mexicanischen Axolotl.* (*Zeitschr. f. Wissensch. Zool.*, Bd. XLI*)*.

1897. Dugès (A.). — *Influencia del medio ambiente sobre la readaptacion.* (*Mem. Soc. Antonio Alzate*, X. *pp.* 341-342).

1901. (A.) Dugès — *Sobre un Amblystoma Altamirani. Id.*, XVI, *pp.* 31-33, 1 pl.

1861. Filippi (de). — *Sulla larva del Triton alpestris. Archivia per la zoologia e per l'anat. comp. Genova*, t. I).

1884. Kolmann (J.). — *Die Anpassungsbreite der Batrachier und die Correlation der Organe. — Zool. Anz.*, VII, p. 266.

1578. Weismann (A.). — *Ueber die Umwandlung des mexicanischen Axolotl in ein Amblystoma.* (*Zeitsch. f; Wissensch. Zool.*, Bd. XXV, suppl).

1907. Wintrebert (P.). — *Essai sur le déterminisme de la métamorphose chez les Batraciens. (Comptes rendus du Congrès de Reims de l'*Association Française pour l'Avancement des Sciences).

M. Ernest OLIVIER

Directeur de la *Revue Scientifique du Bourbonnais* (Moulins).

SUR L'ORGANISATION DES LAMPYRIDES

— 4 août —

Je me suis occupé depuis plusieurs années de l'étude des Coléoptères du groupe des Lampyrides, insectes remarquables par plusieurs particularités intéressantes, notamment par la faculté qu'ils possèdent de produire de la lumière.

Les Lampyrides comptent un très grand nombre d'espèces : dans le Genera (1) que j'ai publié dernièrement, j'en ai mentionné 1.002, dont beaucoup décrites pour la première fois et depuis j'en ai fait connaitre encore 47 dans les Bulletins de différents recueils scientifiques (2).

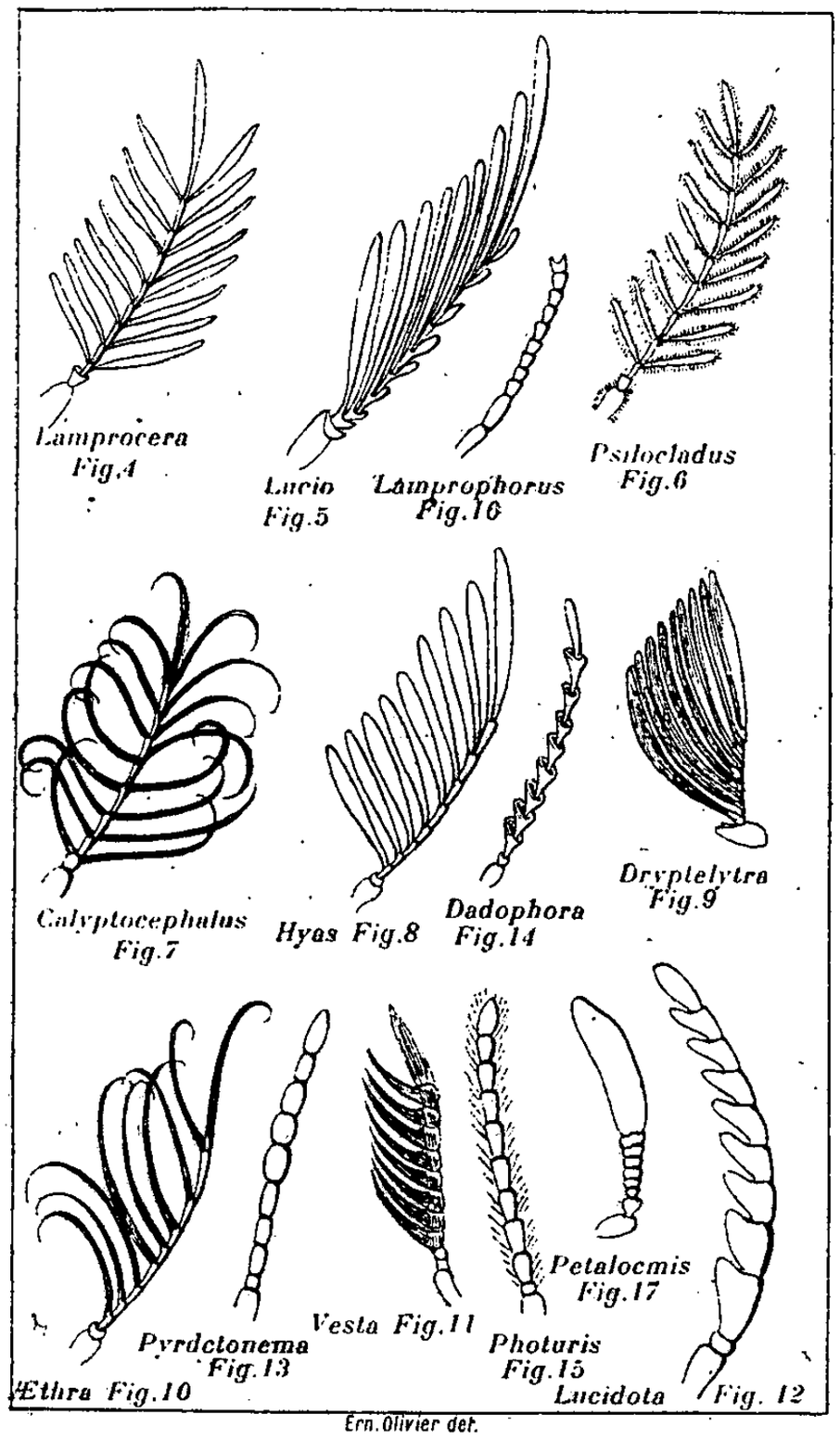
Il reste encore bien à faire dans l'étude systématique et la classification de ces animaux ; car, dans tous les envois que je reçois fréquemment, dans toutes les collections qui me sont communiquées, j'en trouve toujours qui

(1) *Genera insectorum, Coleoptera, Lampyridæ,* in-4° p. 74 av. 3 pl. col. Bruxelles. Wytsmann, 1907.

(2) *Bull. du Museum d'hist. nat. de Paris,* 1907. — *Revue sc. du Bourb. et du Centre de la France,* 1908. — *Bull. de la Soc. Entomologique de France,* 1908. — *Deutsche Entom Zeitschr.* 1908. — *Ann. de la Soc. Entom. de Belgique,* 1908. — *Rev. del Mus. de la Plata,* 1908.

sont inédits. De même, leurs mœurs ont été également peu observées ; les documents relatifs à leur genre de vie et à leur éthologie font à peu près entièrement défaut et, dans beaucoup de genres, on ne connait que des individus mâles.

J'adresse donc un pressant appel aux entomologistes en leur demandant de ne pas continuer à négliger l'étude de cette tribu, qui leur ménage de nombreuses découvertes et qui, sur bien des points, a tout l'attrait de l'inconnu, et dans le but de provoquer des recherches plus étendues et plus minutieuses, je vais exposer brièvement le résultat de mes observations sur l'organisation de ces insectes.



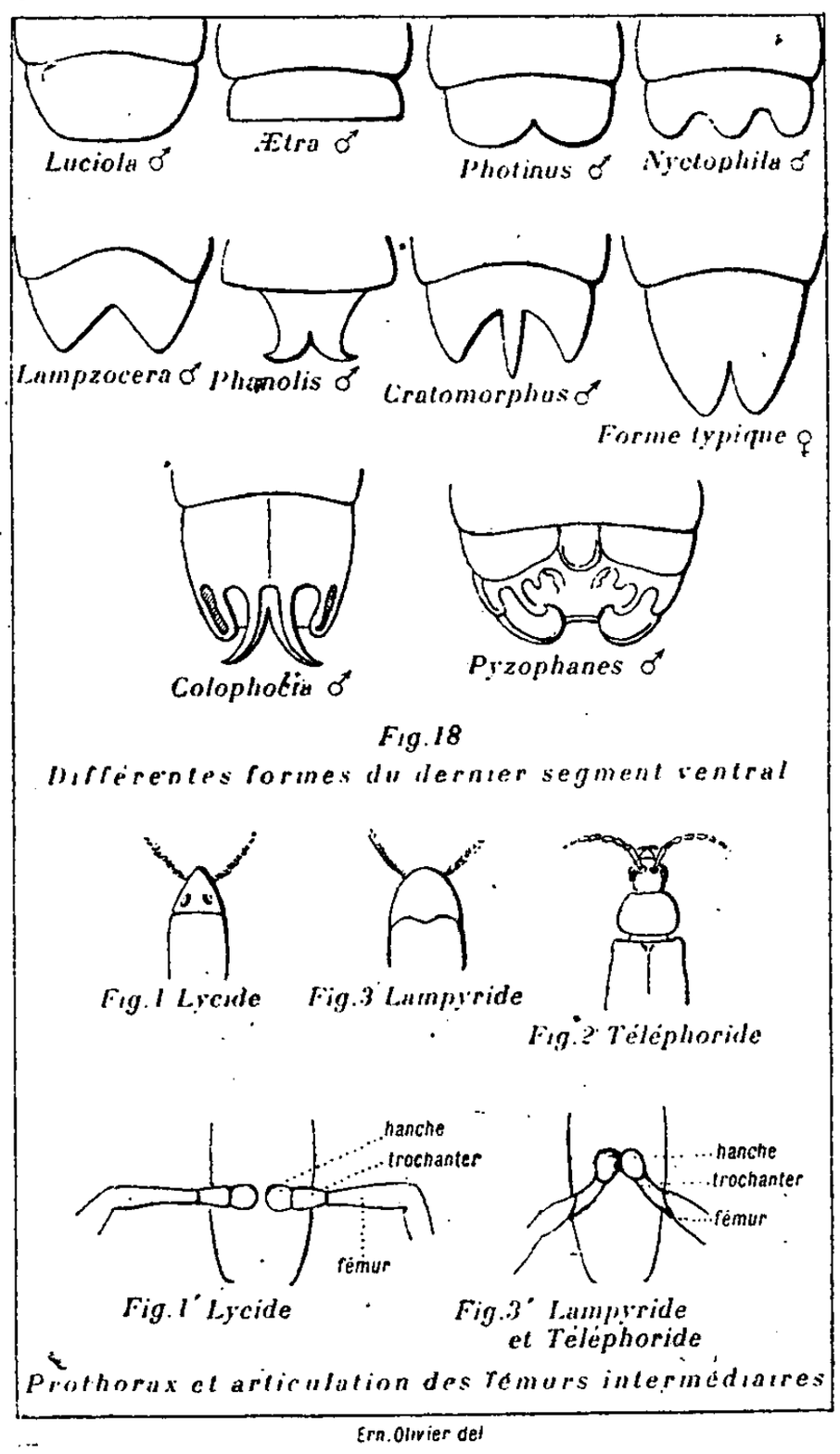
Les Lampyrides sont des Coléoptères Malacodermes qui constituent un groupe dont la place naturelle est entre les Lycides et les Téléphorides. Ils se distinguent aisément de leurs voisins par un faciès tout spécial et, outre leur appareil lumineux, par plusieurs autres caractères faciles à constater.

Les *Lycides* ont un prothorax étroit, allongé, triangulaire, rétréci en avant souvent fovéolé en dessus; leurs hanches intermédiaires sont notablement distantes; l'articulation des fémurs avec les trochanters se fait par l'extrémité apicale de ces derniers, de telle sorte que le trochanter et le fémur sont placés bout à bout *(fig. 1 et 1')*.

Les *Téléphorides* ont la tête découverte, très saillante au delà du prothorax et fortement rétrécie, en arrière des yeux, en une sorte de cou, le prothorax est court, arrondi latéralement, à angles supérieurs nuls ou

arrondis, à base tronquée carrément avec les angles postérieurs obtus et nullement prolongés en arrière *(fig. 2)*.

Les *Lampyrides* ont la tête complètement ou seulement en partie recouverte par le prothorax; le prothorax est arrondi, ogival ou subquadrangulaire, à base sinuée, à angles postérieurs presque toujours bien accentués et saillants en arrière; les hanches intermédiaires sont contiguës et les trochanters s'articulent avec les fémurs par toute la longueur de leur côté externe *(fig. 3 et 3')*.



Les mâles diffèrent des femelles par leur forme plus svelte, moins trapue, les yeux beaucoup plus gros, occupant parfois la tête tout entière, la conformation du dernier segment ventral, la partie de la tête entre les yeux excavée au lieu d'être plane, les antennes parfois plus compliquées.

Mais, en outre, dans toute une série d'espèces que M. Gadeau de Kerville appelle à *sexes dimorphes* (1), les mâles ont un système alaire bien développé, tandis que les femelles n'ont pas d'ailes et seulement des moignons d'élytres plus ou moins rudimentaires.

Cette dissemblance divise naturellement les Lampyrides en trois sections :

1° *Mâles et femelles ailés.* — 2° *Mâles ailés, femelles aptères.* — 3° *Mâles et femelles aptères.*

(1) *Les animaux et les végétaux lumineux*, par Henri Gadeau de Kerville. Paris, Baillière et fils, 1890.

Nous exposerons tout à l'heure les caractères particuliers à ces sections.

Les différences de la forme des antennes et du dernier segment ventral fournissent les meilleurs caractères pour la classification.

Les antennes sont généralement composées de 11 articles. Mais on n'en compte que 9 *(Petalacmis)* et que 10 *(Microphotus)* ; en revanche, 12 (*Alecton)*, 14 *(Pleotomus*) et un nombre considérable, jusqu'à 40 (*Amydetes)*.

Elles sont aussi longues que le corps ou bien ne dépassent pas les dimensions du prothorax et même de la tête. Les deux premiers articles et le onzième varient peu, mais les autres présentent les formes suivantes :

Biflabellés. — Chacun de ces articles émet deux rameaux larges, droits, glabres, non enroulés, d'égale longueur *(fig. 4)*.

— Chaque article émet deux rameaux larges, droits, glabres, non enroulés, les externes plus courts que les internes *(fig. 5)*.

— Les rameaux des antennes sont droits, d'égale longueur et hérissés de longs poils (*fig. 6*).

— Les rameaux sont d'égale longueur, grêles, glabres, enroulés *(fig. 7.)*

Uniflabellés. — Lamelles droites, non enroulées, partant du sommet de l'article *(fig. 8)*.

— Lamelles serrées disposées en éventail *(fig. 9)*.

— Lamelles longues, enroulées *(fig. 10)*.

— Lamelles droites, prenant naissance sur toute la longueur de l'article, s'amincissant ensuite *(fig. 11)*.

Dentés. — La dent, plus ou moins développée, prend naissance au sommet de l'article *(fig. 12)*.

Comprimés. — Les articles sont comprimés régulièrement en diminuant graduellement de grosseur.

— Les articles 6 à 9 sont plus élargis que les autres *(fig. 13)*.

En cornet. — Articles s'élargissant obliquement à leur sommet en une sorte de cornet au fond duquel s'insère l'article suivant *(fig. 14)*.

Filiformes. — Plus ou moins longs, plus ou moins velus, ou pubescents, ou glabres *(fig. 15)*.

Appendiculés. — Le 11e article est muni d'un ou de deux petits tubercules *(fig. 16)*.

Hétéromorphes. — Le dernier article, plus long que tous les autres réunis, est en forme de spatule *(fig. 17)*.

Le prothorax est souvent très développé, recouvrant complètement la tête et les yeux, et, comme il est absolument opaque et intercepte tout à fait la vue, on remarque alors, de chaque côté de sa partie antérieure, au-dessus des yeux, une plaque transparente, irrégulièrement délimitée, qui sert comme d'une petite fenêtre à travers laquelle l'insecte peut voir les objets environnants, sans que ses yeux, souvent très gros et, par conséquent, très sensibles, manquent d'une protection qui leur est utile.

Le dernier segment ventral chez les femelles varie peu et ne s'écarte

guère de la forme en triangle plus ou moins allongé avec une étroite incision au sommet, parfois denté latéralement *(fig. 18)*.

Chez les mâles, au contraire, il affecte un grand nombre de types : arrondi régulièrement, tronqué carrément, échancré, trilobé, le lobe médian étant plus court ou aussi long que les latéraux ou plus long, parfois beaucoup plus, figurant une étroite lanière. Chez quelques genres de *Luciolini*, il présente une disposition tout à fait spéciale *(Colophotia, Pyrophanes) (fig. 18)*.

L'appareil lumineux persiste après la mort et se présente sous la forme de plaques brillantes qui occupent les derniers segments du ventre. Ces plaques d'un blanc pur, ou jaunâtre ou rosé, couvrent parfois la surface entière des segments, ou seulement leur partie médiane et elles sont alors rectangulaires; dans les espèces peu phosphorescentes, elles sont réduites à deux taches placées de chaque côté du dernier segment ou à un point situé au milieu de l'avant-dernier.

Il n'entre pas dans notre plan de nous étendre sur les causes auxquelles est dû ce pouvoir lumineux et nous renvoyons aux nombreux mémoires publiés sur ce sujet et dont aucun ne nous paraît expliquer d'une façon satisfaisante la nature de ce phénomène.

On a cru pendant longtemps que cette faculté photogène était exclusivement l'attribut des femelles aptères qui ne peuvent se déplacer que lentement et difficilement, en raison de leur corps lourd et de la brièveté de leurs pattes et qui s'en servent comme d'un fanal indicateur pour signaler leur présence aux mâles ailés.

Il est vrai que nous voyons les mâles de *Lampyris* français aphotogènes accourir le soir en grand nombre, à la clarté d'une lumière quelconque. Mais tous les insectes crépusculaires et nocturnes y viennent aussi et n'ont quand même pas besoin, pour retrouver leur femelle, que cette dernière devienne phosphorescente.

Cette explication ne peut pas être acceptée, car, chez la grande majorité des Lampyrides, les mâles et les femelles sont ailés et la lumière produite par les mâles est beaucoup plus intense que celle émise par les femelles. Beaucoup de larves également sont lumineuses, bien qu'elles n'aient nul besoin de l'approche du mâle.

On ne peut donc voir dans cet éclat resplendissant qu'un ornement, analogue à la parure de noces des oiseaux et autres animaux.

Les espèces aptères, qui sont toujours plus ou moins cachées dans les herbes et les détritus, émettent une lueur continue et permanente; mais la lumière produite par les espèces ailées est intermittente, c'est-à-dire qu'elle disparait pendant un instant pour reparaitre aussitôt à intervalles alternatifs rapprochés. Ce mouvement rythmique dépend-il de la volonté de l'animal ou est-il automatique et tient-il à son organisation ?

Nous croyons qu'il a pour but de le dérober aux poursuites des chauves-souris et des oiseaux crépusculaires qui auraient une trop grande facilité pour s'en emparer si la lumière émise restait constamment visible.

Cette dissemblance dans les sexes chez les Lampyrides constitue, comme nous l'avons déjà dit, des divisions naturelles dont nous allons exposer les caractères et les différences tels que nous avons pu les observer chez les espèces dont les deux sexes sont connus.

DIMORPHES

Mâles ailés, femelles aptères.

Dans les espèces dimorphes, les mâles sont pourvus d'ailes et d'élytres bien développés; les antennes sont simples ou légèrement dentées, filiformes, courtes, quelquefois pas plus longues que la tête; les yeux sont gros, contigus en dessous, très rapprochés en dessus avec la tête excavée entre eux; ils sont privés de la faculté photogène ou n'émettant que rarement une faible lueur à peine distincte.

Les femelles ont conservé l'aspect de la larve; elles n'ont point d'ailes; quelques-unes ont des rudiments d'élytres triangulaires, déhiscents, atteignant à peine le deuxième segment abdominal; d'autres n'ont conservé que des moignons très réduits et d'autres enfin n'en ont aucune trace; les antennes sont très courtes, les yeux, petits, n'occupent qu'une faible partie de la tête. En revanche, leur pouvoir lumineux est porté au plus haut degré : l'abdomen presque tout entier peut être phosphorescent comme chez *Pelania Mauritanica*. Chez *Phausis Mulsanti*, assez commun aux environs de Moulins et dont j'ai pu observer la femelle vivante, les cinquième et sixième segments inférieurs de l'abdomen sont couverts dans leur milieu, le long du bord postérieur, d'une bande d'un blanc de cire non prolongée jusqu'aux côtés; un point d'un blanc de cire se trouve à chaque côté de chacun des segments supérieurs, le long des bords latéraux, et un autre à la base de chaque élytre : ce sont autant de foyers d'où rayonne une lumière intense qui paraît sortir de tous les points du corps de l'insecte.

MONOMORPHES

Mâles et femelles ailés.

C'est cette division qui comprend le plus grand nombre d'espèces et les types les plus variés, depuis la configuration ovale ou même arrondie jusqu'à la forme allongée, oblongue, étroite et parallèle.

Les antennes, surtout, offrent les dispositions les plus diverses et on trouve tous les passages entre celles qui sont pourvues de deux longues lanières à chacun de leurs articles et celles qui sont simples, grêles et linéaires. On peut observer tous les intermédiaires, depuis le panache diffus des *Lamprocera* et des *Calyptocephalus* jusqu'à l'appendice filiforme et

court des *Photuris* et des *Photinus*. Le siège de l'appareil photogène est uniquement dans les derniers segments du ventre.

Le mâle est beaucoup plus lumineux que la femelle, contrairement à ce qui a lieu chez les espèces dimorphes. Les femelles n'ont qu'un ou deux points lucides, placés généralement sur l'avant-dernier segment, tandis que, chez les mâles, les quatre derniers peuvent être entièrement phosphorescents.

Les femelles sont plus lourdes que les mâles et volent plus difficilement; c'est, du moins, ce qui se produit pour la *Luciola Lusitanica* du midi de la France, et on peut conjecturer qu'il en est de même pour les autres espèces exotiques.

Mais ce pouvoir photogène est très irrégulièrement réparti et nous constatons, sans pouvoir l'expliquer, ce fait singulier que la lumière produite est en raison inverse de la longueur et de la complication des antennes.

Chez les espèces où cet organe est composé, biflabellé, flabellé ou longuement denté, l'appareil phosphorescent est complètement nul chez la femelle et se réduit, chez le mâle, à deux petits points placés de chaque côté du dernier segment, tandis que l'intensité de la lumière est extrême et occupe la plus grande partie de l'abdomen des espèces dont les antennes sont grêles, simples et linéaires.

MONOMORPHES

Mâles et femelles aptères.

Cette division comprend une seule espèce à antennes filiformes et courtes, le *Phosphœnus hemipterus* dont le mâle n'a point d'ailes et seulement des élytres rudimentaires. La femelle est absolument larviforme, complètement privée d'ailes et d'élytres. Aucun des sexes n'est lumineux: la femelle se rencontre rarement et on n'en connait dans les collections que quelques exemplaires.

Les caractères qui précèdent s'appliquent à la très grande majorité des espèces, mais ne conviennent pas rigoureusement à toutes.

En effet, dans beaucoup de genres, les femelles sont encore inconnues et leur découverte pourra bien ménager quelque surprise qui forcera à modifier les classifications établies. Mais, dès à présent, nous connaissons quelques espèces, dont le mâle a le système alaire bien développé, dont la femelle est aptère, et qui sont tous les deux également photogènes (quelques *Photinus*) et d'autres du même genre dont la femelle aptère est moins lumineuse que le mâle muni d'ailes et d'élytres *(Photinus)*.

Dans le genre *Pyractonema*, une femelle aptère *(brevipennis)* est complètement obscure et les deux sexes de *Alychnus* qui sont ailés sont obscurs tous les deux.

Il y a donc encore beaucoup à faire dans ce groupe si intéressant et

je serai heureux si l'étude que je présente aujourd'hui peut en provoquer d'autres qui nous aideront à acquérir une connaissance plus parfaite de la vie et des mœurs de ces petits animaux.

M. J. POIRIER

Doyen de la Faculté des Sciences (Clermont-Ferrand).

TRÉMATODES PARASITES DE L'ÉLÉPHANT D'AFRIQUE

— 8 août —

Le Dr Kérandel, attaché à la mission Lenfant, trouva dans le gros intestin d'un éléphant d'Afrique, tué près du fort Archimbault, deux Trématodes, qu'il voulut bien me communiquer.

Ces Trématodes, tous deux d'un rose pâle, appartiennent l'un au genre Distome, l'autre au genre Amphistome.

1. Distomum Kerandeli J. P.

Ce Distome, que je me fais un plaisir de dédier au Dr Kérandel, est plat, assez allongé. Les téguments nus, dépourvus de piquants, présentent, au moins chez les individus dans l'alcool, de nombreuses stries transverses assez régulières. Vers l'extrémité postérieure, elles s'incurvent et la dernière entoure comme un bourrelet l'orifice de l'appareil excréteur.

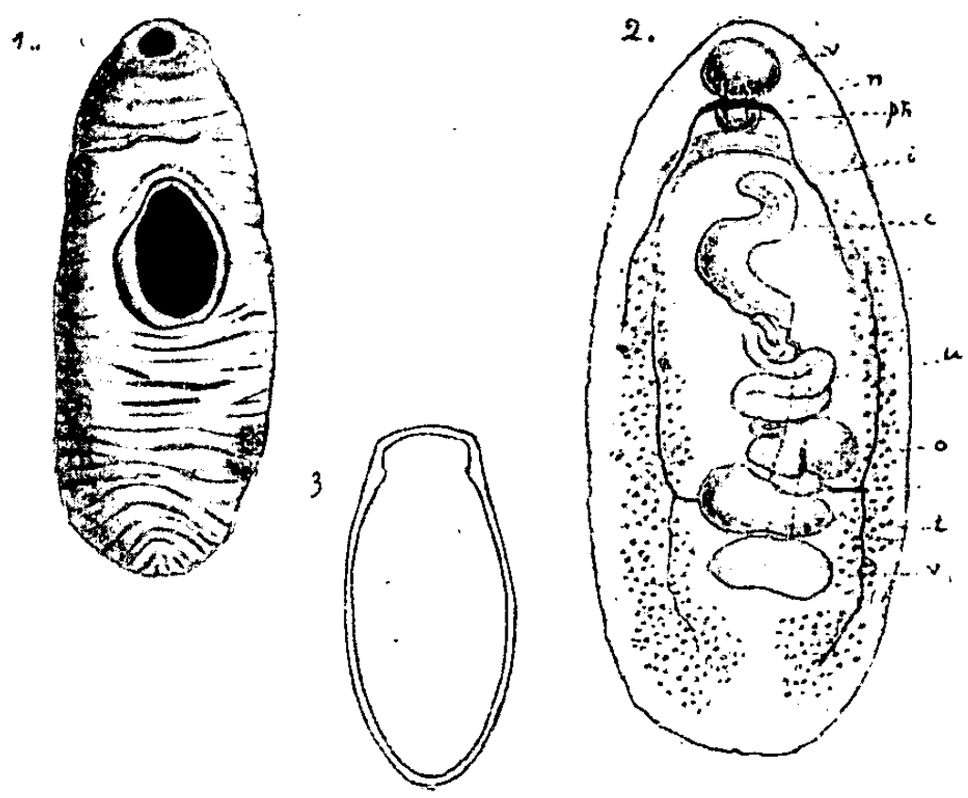


Fig. 1. — *Distomum Kerandeli*, face ventrale, gr. 6.

Fig. 2. — *Distomum Kerandeli*, face dorsale : *v*, ventouse orale ; *ph*, pharynx ; *i*, intestin ; *gg*, ganglions cérébroïdes ; *t*, testicules ; *c*, poche du cirrhe ; *o*, glandes génitales femelles ; *v*, vitellogène ; *u*, utérus.

Fig. 3. — Œuf, gr. 400.

La longueur du corps est de 17 millimètres ; la largeur, à peu près uniforme sur les deux tiers postérieurs du corps, est, dans cette partie, de 6 millimètres.

En avant, la largeur diminue peu à peu, l'extrémité antérieure, où se trouve la ventouse orale, étant ainsi beaucoup plus étroite que l'extrémité postérieure.

La ventouse orale, petite à peine de 1 millimètre de large, dirigée ventralement, n'est pas absolument terminale.

La ventouse ventrale large est située dans la partie postérieure de la moitié antérieure du corps. Son orifice elliptique ou circulaire, suivant son état de contraction, a un diamètre de 3 millimètres.

L'orifice cloacal petit, un peu plus rapproché de la ventouse ventrale que de la ventouse orale, est souvent caché au fond d'un pli transverse assez profond.

Le tube digestif n'offre rien de particulier. Le pharynx, qui fait suite à la ventouse orale, est petit et se continue directement par les deux anses intestinales simples.

Les ganglions cérébroïdes, bien nets, sont situés au-dessus de la ligne de communication du pharynx avec la ventouse orale.

L'appareil génital mâle se compose de deux gros testicules massifs plus larges que longs, situés vers la partie postérieure du corps.

Ils sont situés l'un derrière l'autre et se touchent

Le testicule antérieur s'étend plus à gauche que le testicule postérieur.

Les canaux séminifères qui en partent, finissent par se réunir en un mince et court canal déférent qui aboutit à une longue et large poche du cirrhe, qui se dirige en avant en décrivant quelques sinuosités, pour aboutir à l'orifice cloacal.

Les glandes génitales femelles, ovaire et glande coquillère, pressées l'une contre l'autre, sont situées immédiatement en avant des testicules et un peu à droite.

Les glandes vitellogènes sont formées d'un grand nombre de petits follicules, s'étendant à droite et à gauche sur presque toute la longueur du corps. Ces follicules sont surtout nombreux en arrière des testicules.

L'utérus ne décrit qu'un petit nombre de circonvolutions situées en avant des glandes génitales femelles. Arrivé à l'extrémité postérieure de la poche du cirrhe, l'utérus se dirige directement en avant et ventralement par rapport à la poche, pour aboutir au cloaque, en arrière de l'orifice mâle.

Les *œufs* ovoïdes allongés ont $0^{mm},1$ de longueur; l'extrémité operculaire est tronquée et nettement distincte de l'extrémité postérieure.

2. Amphistomum bicaudatum J. P.

Cet Amphistome est nettement caractérisé par les deux ailerons caudaux qui terminent son corps.

Le corps, assez épais, a 6 millimètres de long, depuis l'extrémité antérieure jusqu'au bord postérieur de la ventouse terminale. Au delà, les ailerons se prolongent sur une longueur de 2 millimètres.

La largeur, à peu près uniforme sur les deux tiers postérieurs du corps, est de 5 millimètres. Sur le tiers antérieur, la largeur diminue rapidement,

cette partie antérieure du corps ayant une forme de cône à large base et tronqué au sommet par la ventouse orale petite.

La ventouse postérieure, à orifice ventral, a 1 millimètre de diamètre.

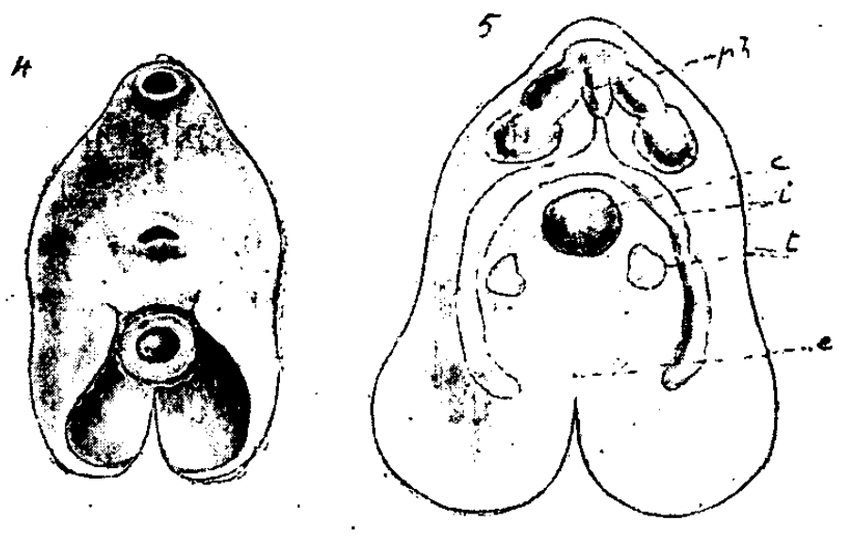


FIG. 4. — *Amphistomum bicaudatum*, face ventrale.

FIG. 5. — *Amphistomum bicaudatum* : *ph*, pharynx ; *i*, intestin ; *c*, poche du cirrhe ; *t*, testicules ; *e*, orifice de l'appareil excréteur.

L'orifice cloacal, bien net, est situé au milieu de la face ventrale du corps.

Les ailerons caudaux, à bord postérieur circulaire, ont leur face dorsale convexe, continuation de la face dorsale du corps. Leur face ventrale est concave.

Les deux ailerons se séparent dorsalement au niveau du bord postérieur de la ventouse terminale, un peu en arrière de l'orifice de l'appareil excréteur.

Les bords vont se perdre dans la face ventrale du corps, de chaque côté de la ventouse postérieure, au niveau du bord antérieur de cette ventouse.

Ces ailerons contractiles doivent aider l'action de la ventouse qu'ils entourent.

L'appareil excréteur est construit sur le type de celui des Amphistomes ; des branches spéciales vont se ramifier dans les ailerons.

Les testicules petits, massifs, écartés l'un de l'autre, sont situés latéralement contre les branches intestinales. La poche du cirrhe est presque sphérique.

Les follicules des glandes vitellogènes sont gros et peu nombreux.

L'utérus, peu sinueux, ne renferme qu'un petit nombre d'œufs.

L'ovaire et la glande coquillère sont en arrière de la ligne qui joint les deux testicules.

Mais l'appareil le plus caractéristique de cet Amphistome est son tube digestif ou plutôt la forme du pharynx.

La ventouse orale se continue par un pharynx formé d'un petit lobe médian, correspondant au pharynx ordinaire, et de deux lobes latéraux énormes remplissant presque toute la région conique du corps.

Du lobe médian part un œsophage étroit qui se continue par deux branches intestinales simples se terminant à l'origine des ailerons.

Cet Amphistome de l'éléphant d'Afrique se distingue ainsi nettement par ses deux ailerons caudaux et par la grosseur des lobes latéraux du pharynx.

M. le Dr J. BOUNHIOL
Docteur en médecine et ès-sciences (Alger).

UNE NOUVELLE ENVELOPPE PROTECTRICE DU THERMOMÈTRE ENREGISTREUR SOUS-MARIN DE J.-RICHARD

— 4 août —

Dans les recherches biologiques, comme dans les études océanographiques, la thermométrie marine est d'une importance capitale. Dans la pratique, les mesures thermiques marines présentent de nombreuses difficultés. Il existe des instruments très divers exactement et commodément adaptés à la mesure des températures de tous les millieux; il en existe relativement très peu pouvant être utilisés dans la mer.

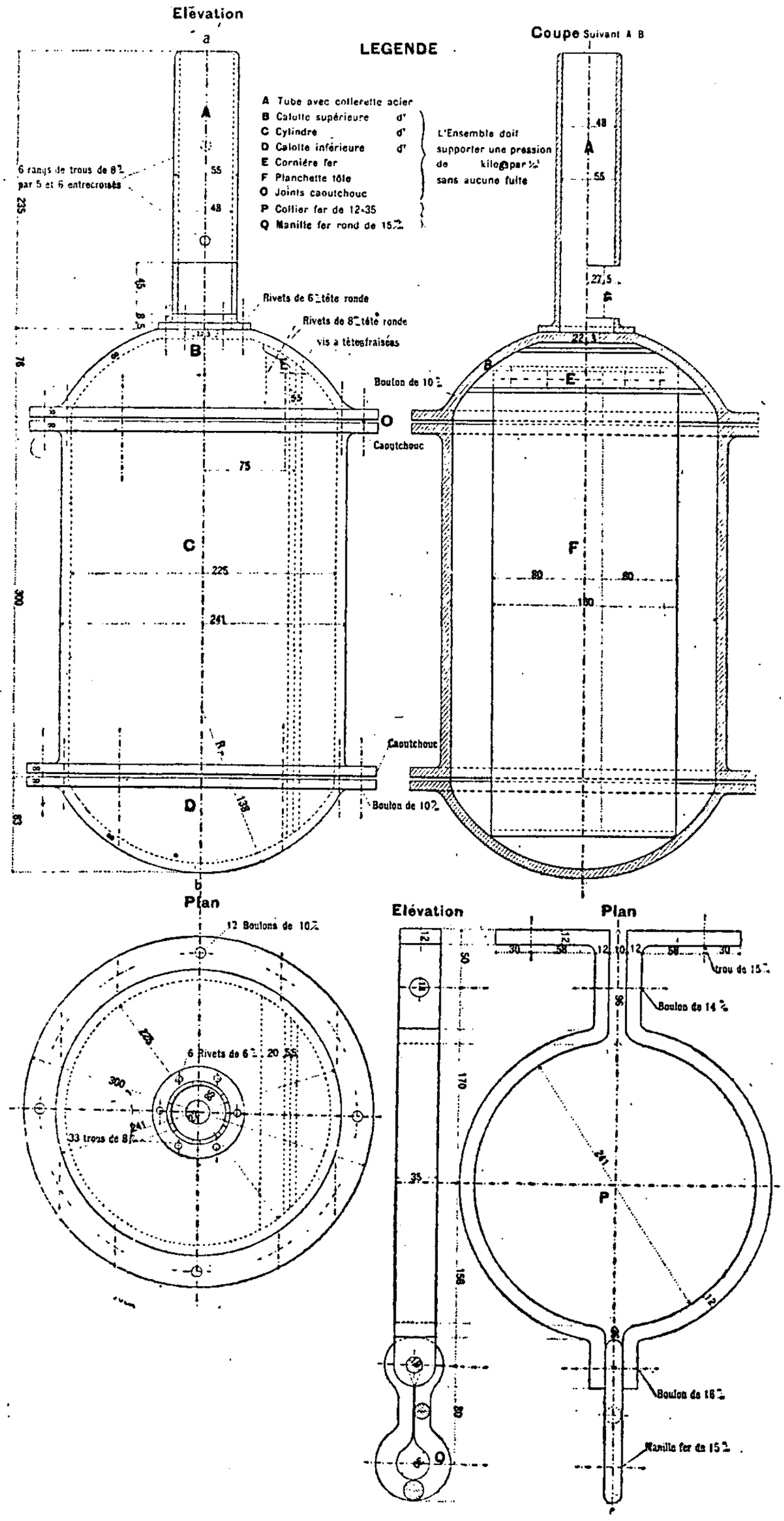
Les premiers thermomètres destinés au milieu marin sont les thermomètres dits *à renversement*. Ces appareils donnent la température des différents horizons, mais leurs indications sont nécessairement intermittentes. On ne peut d'ailleurs les employer que par les mers relativement calmes et leur usage fréquent exige une grande perte de temps.

Ces inconvénients ont conduit à l'utilisation des enregistreurs dans l'étude thermique du millieu marin. La maison Richard a construit un modèle de ces appareils dont j'ai acquis, en 1906, un exemplaire.

L'instrument a la forme d'une boîte parallélipipédique de 50 centimètres sur 30 centimètres de base et de 45 centimètres de hauteur environ. Cette boîte, d'une seule pièce, est fermée sur sa face antérieure par une plaque d'acier de 3 à 4 centimètres d'épaisseur au moyen de boulons vissés écrasant une feuille de caoutchouc de 5 millimètres. Sur le plancher de la caisse est fixé l'enregistreur proprement dit. Le plafond est percé d'un orifice fermé par un presse-étoupe à travers lequel passe le tube de communication avec le réservoir sensible placé à l'extérieur. Ce réservoir est un tube de laiton argenté de 15 centimètres environ de longueur sur 1 centimètre de diamètre et dont les parois ont une épaisseur de 3 dixièmes de millimètres. Il est disposé horizontalement au-dessus de la caisse, et protégé des chocs qui pourraient l'atteindre par une épaisse carapace d'acier demi-cylindrique perforée de trous nombreux.

Deux poignées horizontales rectilignes situées latéralement sont destinées à permettre la manipulation de l'appareil. La caisse est fixée sur un croisillon en X largement débordant qui accroit sa base de sustentation et sa stabilité. A la partie supérieure, quatre lourdes chaînes réunies à leur extrémité par un fort anneau permettent de suspendre la caisse. Le tout pèse plus de 300 kilogrammes.

On peut remarquer tout de suite que les dimensions de l'enveloppe protectrice paraissent beaucoup trop grandes. La hauteur de la cavité qui contient l'appareil représente plus de 2 fois 1/2 la hauteur du cylindre enregistreur. En réalité, cette hauteur et, par conséquent, ce volume de la caisse sont nécessaires, dans la disposition adoptée, pour permettre le chan-


Elévation
Coupe Suivant A B
LEGENDE
A Tube avec collerette acier
B Calotte supérieure d'
C Cylindre d'
D Calotte inférieure d'
E Cornière fer
F Planchette tôle
O Joints caoutchouc
P Collier fer de 12×35
Q Manille fer rond de 15
L'Ensemble doit supporter une pression de kilog par
sans aucune fuite
6 rangs de trous de 8
par 5 et 6 entrecroisés
Rivets de 6 tête ronde
Rivets de 8 tête ronde
vis à têtes fraisées
Boulon de 10
Caoutchouc
Plan
12 Boulons de 10
6 Rivets de 6
33 trous de 8
Elévation
Plan
trou de 15
Boulon de 14
Boulon de 16
Manille fer de 15

gement des feuilles-diagrammes. L'appareil est fixé sur le fond de la caisse : le tube qui relie le mécanisme enregistreur au réservoir situé à l'extérieur, en rend le déplacement impossible. Il faut donc pouvoir enlever le cylindre en le soulevant au-dessus de l'axe autour duquel il exécute sa rotation. Le changement de feuille s'opère ainsi très facilement à l'extérieur de la caisse.

Quand j'ai été en possession de cet appareil, il m'a été impossible de m'en servir. Il me fallait un instrument transportable, pouvant être embarqué et manié à bord des petites barques que je prends en location tout le long de la côte algérienne. Son poids énorme était un obstacle fort gênant. Je ne pouvais songer, d'autre part, à louer des remorqueurs à vapeur munis des grues ou des treuils indispensables. Les modestes ressources, dont je disposais pour mes recherches, m'interdisaient ces dépenses considérables.

Sous peine de ne point l'utiliser, il a donc fallu réduire le poids de l'appareil sans compromettre sa résistance et sans compliquer son emploi. Ce résultat a été obtenu par deux moyens :

a) Le changements de la forme de l'enveloppe protectrice.

b) La réduction de son volume et l'adoption d'un dispositif nouveau de fixation de l'enregistreur.

a) Aux six faces planes de la caisse cubique, j'ai substitué les surfaces courbes d'un cylindre fermé, à ses deux extrémités, par deux calottes de sphère.

Les faces planes, d'une surface moyenne de 15 décimètres carrés devaient avoir 3 à 4 centimètres d'épaisseur pour résister à des pressions de quatre atmosphères (soit 4 kilogrammes par centimètre carré ou 6.000 kilogrammes pour une face).

Je n'ai eu besoin de donner à la tôle d'acier de la nouvelle enveloppe qu'une épaisseur de 7 millimètres pour lui permettre de résister à des pressions de six atmosphères.

b) Le volume de la nouvelle enveloppe a été réduit de manière à contenir strictement l'enregistreur. Et, pour permettre la manipulation de l'instrument et le facile chargement des feuilles diagrammes, j'ai adopté le dispositif très simple suivant :

L'une des calottes sphériques est vissée une fois pour toutes au cylindre. Elle pourrait être rivée sans inconvénient. L'autre calotte est simplement boulonnée et s'adapte au cylindre par l'intermédiaire d'un joint de caoutchouc s'appliquant entre deux surfaces planes soigneusement dressées.

A la face interne de la calotte mobile se trouve rivé un plan d'acier perpendiculaire à la surface de contact de la calotte et du cylindre. Ses dimensions sont telles que ce plan repose par ses trois bords libres sur les parois du cylindre et de la calotte fixe. Le sommet de la calotte mobile est perforé d'un orifice fermé par un presse-étoupe. Sur cet orifice est

adapté un tube protecteur de 5 centimètres de diamètre perforé de trous destiné à abriter le réservoir de l'instrument. Le tube de communication de ce réservoir, avec le reste de l'appareil, pénètre dans l'enveloppe par le presse-étoupe.

L'enregistreur est fixé sur le plan d'acier horizontal rivé à la calotte mobile qui porte, d'autre part, le réservoir protégé par le tube extérieur. Ce dernier tube sert de manche et permet de retirer de l'enveloppe l'appareil entier ainsi qu'un tiroir que l'on sort d'un meuble. Un repère permet de remettre toujours exactement en place la calotte mobile et le plan-support Dès lors, après déboulonnage de la calotte mobile, le changement de feuille et le réglage se font très simplement, à l'air libre, comme sur n'importe quel enregistreur dont on a enlevé la cage vitrée.

Deux colliers permettent de fixer horizontalement le tout sur le croisillon support et de le suspendre par deux anneaux supérieurs.

Indépendamment d'une commodité plus grande dans la manipulation de l'instrument, il convient de mentionner les avantages considérables résultant de ce nouveau dispositif. Le plus important, celui que j'ai le plus apprécié et qu'apprécieront certainement tous les chercheurs qui auraient besoin de l'utiliser, est la réduction du volume et du poids. Celui-ci passe en effet de 300 kilogrammes à 39 kilogrammes et l'appareil peut dès lors être manié assez facilement.

Un autre avantage réside dans la possibilité de l'employer à des profondeurs plus grandes,

Le prix de revient se trouve enfin réduit dans des proportions remarquables. L'appareil primitif coûte 1.000 francs et revient, port et emballage compris, à plus de 1.100 francs.

Construit sur place, sur mon épure, le prix de l'appareil complet, prêt à fonctionner atteint à peine 450 francs.

Tous ceux qu'intéresse la thermométrie sous-marine trouveront dans l'instrument de J. Richard ainsi modifié un appareil pratique, de manipulation facile et commode, et de prix abordable.

M. F. MAIGNON

Chef de Travaux de Physiologie à l'École Nationale Vétérinaire (Lyon).

DU ROLE DES GRAISSES DANS LA GLYCOGÉNIE APPLICATION AU TRAITEMENT DU DIABÈTE

— 7 août —

Les physiologistes ne sont pas d'accord sur la question de la production du glycogène aux dépens des graisses ; des savants éminents admettent cette transformation, d'autres la nient.

Nous allons exposer des faits qui démontrent que cette transformation n'a pas lieu, au moins chez les diabétiques, et nous déduirons de ces faits un traitement physiologique du diabète qui nous a donné des résultats d'une très grande netteté chez les animaux et chez l'homme.

ROLE DES GRAISSES DANS LA GLYCOGÉNIE CHEZ LES SUJETS SAINS.

En 1900, MM. Bouchard et Desgrez étudient, chez les animaux inanitiés, l'influence de la réalimentation à la graisse sur la reformation du glycogène. Des chiens, soumis à un jeûne de trois à cinq jours, sont nourris avec du lard gras. Le glycogène est dosé sur des sujets différents avant et après cette réalimentation. Les auteurs ne constatent aucune augmentation de cette substance dans le foie, ils concluent que cet organe est incapable de faire du glycogène aux dépens des graisses.

Pour les muscles, les résultats semblent différents, le glycogène paraît plus abondant chez les sujets qui ont mangé du lard ; mais les chiffres qui ont servi à établir les moyennes présentent entre eux de trop grands écarts pour qu'il soit permis de conclure d'une façon formelle.

En 1905, nous avons effectué des expériences analogues, en vue d'étudier comparativement l'influence de la réalimentation à la viande et à la graisse.

Nous avons fait ces expériences, aux mois de mai, juin, époque à laquelle le foie ne renferme plus que des traces de glycogène ($0^{gr},50$ à $1^{gr},50$ par kilogramme), après trois jours et même quarante-huit heures d'inanition.

Les expériences ont porté sur le chien : aux uns nous avons donné de la viande bouillie, et aux autres de l'huile émulsionnée dans du carbonate de soude (on l'introduisait directement dans l'estomac au moyen d'une sonde).

Les animaux réalimentés à la viande, tués dix-neuf heures après l'ingestion, avaient reconstitué leur glycogène hépatique (42 grammes par kilogramme) ; au contraire, les sujets réalimentés à l'huile, même pendant plusieurs jours, ne présentaient toujours que des traces de glycogène dans le foie.

Dans les muscles, la teneur en glycogène ne semblait pas avoir varié.

Pour le foie, la question est donc définitivement tranchée, et nous dirons avec MM. Bouchard et Desgrez que cet organe est impuissant à faire du glycogène avec la graisse.

Pour les muscles, et les autres tissus, il est très probable qu'il en est de même, mais la démonstration ne ressort pas d'expériences de cette nature, aussi avons-nous poursuivi nos recherches sur des sujets diabétiques, chez lesquels la production d'hydrates de carbone se traduit par une augmentation de la glycosurie.

ROLE DES GRAISSES DANS LA GLYCOGÉNIE CHEZ LES SUJETS DIABÉTIQUES.

Von Mering avait déjà constaté que le régime de la graisse, chez les sujets atteints de diabète phloridzinique, avait pour effet de modérer la destruction de l'albumine, ainsi que l'intensité de la glycosurie.

Ayant eu à notre disposition une chienne diabétique, nous avons pu

réaliser sur elle toute une série d'expériences qui nous ont donné des résultats d'une grande netteté. Nous avons étudié, sur cet animal, la nutrition de l'organisme diabétique dans le cas du régime hydrocarboné, du régime carné, de l'inanition et du régime gras. Nous allons résumer brièvement les résultats de cette expérience.

Il s'agit d'une chienne âgée de neuf ans, dont le diabète se serait déclaré brusquement à la suite d'une fatigue de chasse, trois semaines environ avant qu'on nous l'abandonnât.

L'attention du propriétaire avait été attirée par l'amaigrissement rapide, la perte des forces, la polyphagie, la polydipsie et la polyurie. De très grasse qu'elle était, elle passa successivement par l'embonpoint ordinaire et la maigreur extrême. Au début de notre expérience, elle était déjà maigre et pesait $9^{kg},700$.

Nous résumons, dans le tableau suivant, les effets des différents régimes sur son poids, l'élimination du sucre, de l'urée, de l'acétone et le quotient respiratoire.

CHIENNE DIABÉTIQUE (9 ANS).

RÉGIME	SOUPE A DISCRÉTION (4 jours)	VIANDE BOUILLIE 500 gr. (2 jours)	INANITION (1 jour)	RÉGIME GRAS (10 jours)
Poids	Diminution 300 grammes par jour.	Diminution 250 grammes par jour.	Diminution 300 grammes par jour.	Stationnaire
Urée	$12^{gr},24$	$34^{gr},69$	$16^{gr},38$	$5^{gr},99$
Sucre.	$125^{gr},47$	$51^{gr},71$	$19^{gr},17$	$3^{gr},78$
Acétone. . . .	$0^{gr},688$	$1^{gr},249$	$0^{gr},122$	$0^{gr},493$
$\frac{CO^2}{O^2}$	$0^{gr},663$	$0^{gr},665$	$0^{gr},66$	$0^{gr},67$ les quatre derniers jours $0^{gr},700$

Nous voyons, d'après les chiffres indiqués sur ce tableau, que cette chienne, nourrie avec de la soupe, maigrissait de 300 grammes par jour, éliminait 125 grammes de sucre et 12 grammes d'urée.

Avec le régime carné, comportant 500 grammes de viande bouillie, la perte de poids est encore de 250 grammes et l'urine renferme 51 grammes de sucre et 34 grammes d'urée. Cette quantité de sucre est énorme pour un poids de 8 kilogrammes et une alimentation exclusivement carnée : tel un homme de 64 kilogrammes qui éliminerait 400 grammes de sucre en ne mangeant que de la viande.

L'amaigrissement est également considérable : 2 kilogrammes en six jours, sur un poids initial de $9^{kg},700$ et cela sous l'influence d'une alimentation surabondante de soupe ou de viande.

Le septième jour, nous privons l'animal d'aliments solides: la perte de poids est la même qu'avec le régime hydrocarboné (300 grammes), l'urée tombe à 16gr,38 et le sucre à 19gr,17.

Les jours suivants, nous étudions les effets du régime gras. Au moment où nous commençons ces expériences, l'animal est extrêmement faible, c'est à peine s'il peut se tenir sur ses pattes. Il ne pèse plus que 7kg,400. Nous lui introduisons dans l'estomac, au moyen d'une sonde, 200 grammes d'huile saponifiée. Le lendemain, nous trouvons l'animal debout dans sa cage, ayant un tout autre aspect que la veille. Son poids a augmenté, la quantité d'urine a beaucoup diminué; à l'analyse, on constate une chute très forte du sucre et de l'urée : 7gr,38 de sucre et 9gr,79 d'urée. Le sucre continue à baisser les jours suivants à 4gr,44, 1gr,65 et 0gr,55, l'urée subit des variations dans le même sens. En même temps, l'état général s'améliore d'une manière considérable : l'animal devient gai, fort, énergique, son regard est normal. Il coupe avec ses dents les fils de fer de sa cage et réussit deux fois à s'échapper. Il va à la selle spontanément, ce qui n'avait pas lieu avant ce régime.

Nous conservons l'animal pendant dix jours et pendant tout ce temps le poids se maintient. A partir du quatrième jour, nous ajoutons à sa ration d'huile, que nous réduisons à 100 grammes, 70 à 100 grammes de viande bouillie qu'il supporte sans augmentation de sucre.

Au cours de ces dix jours, nous étudions sur cet animal les effets de l'ingestion d'une macération de pancréas. Sous l'influence de cette médication, nous voyons le sucre augmenter dans les urines et cela à deux reprises différentes. Ces résultats n'ont rien de surprenant, car nous introduisons dans l'organisme de l'amylase pancréatique qui accélère la destruction du glycogène et contribue à augmenter l'hyperglycémie.

M. Pariset a d'ailleurs montré que l'injection sous-cutanée de suc pancréatique à un sujet sain produit de la glycosurie. La médication pancréatique a donc une influence fâcheuse sur ce symptôme.

L'animal meurt accidentellement le dixième jour de traitement.

A l'autopsie, on trouve un pancréas absolument sain (les examens macroscopiques et microscopiques ne décèlent rien d'anormal), de la dégénérescence graisseuse du foie et des muscles et l'absence presque complète de glycogène dans ces organes.

Cette expérience nous montre que le régime gras a eu pour effet de faire disparaître le sucre, d'abaisser fortement l'urée et d'arrêter l'amaigrissement en améliorant l'état général.

Sous l'influence de toute alimentation pouvant former du sucre (hydrates de carbone — viande), la glycosurie s'élevait chez cet animal au-dessus de celle du jeûne, c'est-à-dire au-dessus de 19 grammes. Si les graisses avaient pu se transformer en glycogène et en sucre, la glycosurie aurait dû augmenter avec le régime gras; au lieu de cela, elle a baissé rapidement et presque disparu.

Ceci nous prouve que, chez les diabétiques, *la graisse est brûlée sous forme de graisse et qu'elle ne se transforme pas en sucre.* L'énergie potentielle, accumulée dans la molécule et libérée pendant cette combustion, est donc utilisable en totalité par l'organisme diabétique. L'albumine, au

contraire, donnant 44 0/0 de sucre non utilisé par le malade, a son pouvoir énergétique diminué environ de moitié.

Si l'on considère, en outre, que la graisse en brûlant dégage presque deux fois plus de calories que l'albumine à poids égal, il s'ensuit que, chez le diabétique, 1 gramme de graisse est l'équivalent, au point de vue thermique, de près de 4 grammes d'albumine. Aussi l'ingestion d'un peu de graisse épargne-t-elle, chez ces malades, la destruction d'une notable quantité d'albumine ; c'est ce qui explique la disparition rapide de l'azoturie.

Les corps gras apparaissent donc comme des aliments de prédilection des diabétiques.

TRAITEMENT DU DIABÈTE PAR LE RÉGIME GRAS

De ces résultats découle tout un traitement du diabète reposant sur des bases physiologiques, dont voici les lignes directrices :

1° Suppression plus ou moins complète des hydrates de carbone ;

2° Réduction de l'albumine alimentaire au minimum indispensable à la réparation de l'usure organique ;

3° Administration de corps gras directement assimilables.

Le pain, les farineux, les féculents, les légumes secs seront défendus ; au contraire, on fera une large place dans l'alimentation aux légumes verts qui apportent peu d'hydrates de carbone, beaucoup d'eaux et de sels minéraux.

On permettra également toutes les viandes, les œufs, les fromages, de même que les corps gras en nature, beurre, huile, etc. Enfin on donnera en supplément des corps gras facilement assimilables.

Sous l'influence de ce régime, on obtient la *disparition rapide et complète du sucre, l'abaissement de l'urée et l'arrêt immédiat de l'amaigrissement* lorsqu'il existe.

L'état général subit une amélioration considérable, la *soif disparaît* et les *forces reviennent :* forces musculaires, nerveuses et génésiques. On arrive, en définitive, à faire vivre les diabétiques comme des sujets non malades, en leur supprimant les malaises et les dangers du diabète.

Ce régime, tel que nous venons de l'indiquer, a pour effet d'augmenter l'acidité urinaire, déjà élevée chez les diabétiques, puisqu'il remplace des produits végétaux (féculents, farineux, pain), riches en sels alcalins, par de la graisse qui donne des produits acides. On sait, en effet, que l'urine des herbivores, normalement alcaline, devient acide pendant l'inanition, l'animal brûlant ses réserves de graisse.

Cette hyperacidité urinaire, résultant de ce régime, peut entraîner, lorsqu'elle n'est pas combattue, une augmentation de l'acétone ; mais pour éviter cet inconvénient il suffit de ramener l'acidité à son taux normal par l'administration de bicarbonate de soude. Dans ces conditions, on voit l'acétone baisser, en même temps que le sucre, chez les diabétiques.

L'édification de ce traitement est donc basée sur la connaissance des éléments suivants :

1° Sucre éliminé dans les vingt-quatre heures.
2° Urée — — — —
3° Acidité urinaire.
4° Variations de poids du malade.

Ce dernier facteur permet de régler l'alimentation au point de vue quantitatif.

Les proportions relatives d'aliments azotés et d'aliments gras sont déterminées d'après les chiffres de sucre et d'urée. Si, malgré la suppression complète du pain et des féculents, le malade continuait à avoir du sucre et un taux d'urée élevé, on diminuerait les aliments azotés qui font du sucre et on les remplacerait par des corps gras, jusqu'à ce que le taux de l'urée soit suffisamment abaissé : 20 grammes pour un sujet de 60 kilogrammes, par exemple.

L'administration de corps gras aux diabétiques n'est pas chose nouvelle : de nombreux auteurs l'ont conseillée, mais sans se baser sur des connaissances physiologiques précises. D'ailleurs les essais tentés jusqu'à ce jour n'ont généralement donné que des demi-résultats, vu les difficultés que l'on éprouve à faire supporter aux malades des quantités suffisantes de graisse en nature.

C'est pour parer à ces inconvénients que nous avons cherché à administrer les corps gras, sous forme de médicament, à l'insu du malade, après les avoir rendus directement assimilables par une émulsion avec saponification partielle au moyen de la soude.

Le moment le plus propice à l'administration est une heure et demie après le petit déjeuner du matin, et trois heures après les principaux repas, au moment où l'estomac est déjà vide et l'intestin en pleine absorption.

L'application de ce traitement à l'homme a été faite sur une trentaine de malades et entre autres sur un jeune diabétique tuberculeux (356 grammes de sucre). Chez ce dernier malade, après trois semaines de traitement, les urines ne renfermaient plus trace de sucre, le poids avait augmenté de 5 kilogrammes et l'urée était tombée de 58 grammes à 18 grammes, l'acétone de 5 grammes à 194 milligrammes. L'amélioration de l'état général a suivi ces modifications urinaires. Chez tous les autres malades, nous avons obtenu les mêmes résultats que sur le chien, quelle que soit la forme de la maladie.

Il est intéressant de remarquer que les effets de ce traitement sont constants dans les diverses formes cliniques de diabète : diabète gras, maigre, nerveux, traumatique, arthritique, tuberculeux, etc.

Il semble, au premier abord, que ce traitement ne doive pas donner de résultat dans le diabète gras, puisque l'on se trouve en présence de malades qui ont déjà de la graisse en excès; mais il s'agit là de graisse de réserve qui n'est attaquée que lorsque l'alimentation est insuffisante.

La graisse alimentaire, au contraire, est brûlée en totalité, chez les obèses comme chez les sujets maigres, lorsque la ration est juste suffisante et qu'elle ne produit aucune augmentation de poids.

L'expérience nous montre, d'ailleurs que, les malades atteints de diabète gras bénéficient comme les autres de cette méthode de traitement.

On ne saurait contester qu'au point de vue clinique il existe des types de diabète bien différents, on se trouve plutôt en présence d'un syndrome que d'une entité morbide, mais il semble néanmoins, que pour tous ces types, le mécanisme final de la glycosurie soit le même.

Dans toutes les formes de diabète expérimental, ou de diabète spontané chez les animaux et chez l'homme, on constate un appauvrissement glycogénique du foie et des muscles et un abaissement du quotient respiratoire.

Le premier de ces faits nous montre que le diabétique a perdu la faculté de mettre son sucre en réserve sous forme de glycogène (Gley, Lafon), et le second témoigne d'un défaut de combustion des hydrates de carbone.

Le diabétique ne brûle pas, ou brûle incomplètement son sucre, sans toutefois que la consommation d'oxygène soit abaissée; au lieu de brûler du sucre, il brûle de la graisse, et s'il est maigre il brûle son albumine; dans ce cas, on observe de l'azoturie.

Nous allons voir que les bons effets de l'administration de corps gras aux diabétiques non seulement sont imputables au changement de régime, mais qu'ils procèdent aussi d'une véritable action thérapeutique aboutissant à une meilleure utilisation du sucre. En d'autres termes, sous l'influence de ce traitement, le malade s'achemine vers l'état normal.

Cela résulte d'observations faites sur nos malades en traitement, et dont voici les conclusions :

1° Ce traitement consistant en une modification de régime, le sucre devrait tomber brusquement pendant les deux ou trois premiers jours et s'arrêter dans sa chute, une fois l'équilibre établi entre le sucre éliminé et le sucre apporté par l'alimentation. On sait, en effet, que la nutrition s'équilibre très vite avec les régimes nouveaux.

Or, les choses ne se passent pas ainsi. Le sucre éliminé par les urines continue à baisser les jours suivants, le régime restant le même. Ceci ne peut s'expliquer que par une meilleure utilisation des hydrates de carbone, et nous nous demandons si cet état de choses n'est pas le résultat de la diminution de l'hyperglycémie.

Il n'est pas impossible, en effet, que l'état de concentration du sucre dans le sang exerce une influence sur les processus chimiques de la nutrition. Ces phénomènes sont extrêmement délicats et complexes, et ils exigent, pour s'accomplir, des milieux nutritifs d'une composition déterminée.

Il est permis de supposer que l'accumulation de sucre dans le sang et les tissus est capable de gêner la combustion du glucose; on peut d'ail-

leurs citer un fait analogue, celui de l'oxygène sous pression qui n'entretient plus les combustions respiratoires.

Il suffirait d'abaisser le taux du sucre sanguin, pour permettre au malade, de brûler une plus grande quantité de sucre.

D'autres observations viennent à l'appui de cette manière de voir;

2° Lorsque l'on a obtenu la disparition complète du sucre sur un malade, on peut diminuer progressivement la dose de corps gras, et revenir à un régime de plus en plus riche en hydrates de carbone, sans faire remonter le sucre dans l'urine;

3° Si l'on remet brusquement un malade dont le sucre a disparu à son régime antérieur, le sucre ne remonte jamais à ce qu'il était avant le traitement;

4° Dans les cas de diabète grave, à forte glycosurie, la chute brusque et intense de sucre ne s'explique pas par la seule modification apportée au régime. C'est ce qui ressort très nettement de l'observation d'un malade dont la chuté de sucre a été de 356 grammes, alors que le glucose formé en moins, grâce à la suppression des hydrates de carbone alimentaires et à la moindre destruction de l'albumine (calculée par l'abaissement de l'urée), n'était que d'une centaine de grammes. L'écart est considérable et nous prouve une fois de plus combien peut être grande l'amélioration apportée dans la combustion des hydrates de carbone, par le régime gras; ce dernier malade brûlait après le traitement 256 grammes de glucose qu'il ne brûlait pas auparavant.

En résumé, nous pouvons dire que le régime à base de corps gras appliqué aux diabétiques a pour effet :

D'amener rapidement la disparition du sucre;

D'abaisser fortement l'urée et, par conséquent, d'épargner la destruction d'albumine;

D'arrêter l'amaigrissement;

Et de produire une amélioration considérable de l'état général : disparition de la soif, réapparition des forces et de l'activité intellectuelle.

Les résultats de ce traitement s'expliquent par la modification apportée au régime et aussi par une amélioration dans la combustion des hydrates de carbone, que l'on peut rapporter à l'abaissement du taux du sucre sanguin.

Il y a donc un intérêt capital à faire disparaitre le sucre de l'urine des diabétiques, puisque son accumulation dans le sang gène sa propre combustion et aggrave l'état du malade.

Il est d'autant plus intéressant de rechercher ce résultat qu'il peut être atteint facilement, tout en alimentant abondamment le malade et en améliorant son état général.

Une expérience plus prolongée nous dira jusqu'où peut aller cette amélioration.

M. F. MAIGNON

INFLUENCE DES SAISONS ET DE LA SEXUALITÉ SUR LA GLYCOGÉNIE

— 7 août —

Dans des recherches antérieures (*Congrès de Reims*, 1907), nous avions constaté que les saisons influençaient profondément la glycogénie musculaire chez le chien : la richesse des muscles en glycogène variait d'une époque de l'année à l'autre, suivant une courbe régulière.

Nous avons repris ces expériences en étendant nos recherches au cobaye, au pigeon et à la carpe.

Les dosages de glycogène ont été effectués tous les mois sur un certain nombre d'animaux et nous avons établi des courbes de variation avec les moyennes mensuelles. Pour le chien, les dosages ont porté sur les muscles (biceps fémoraux) et le foie. Pour les autres animaux, les dosages ont été faits comparativement sur des mâles et des femelles ; ils ont porté sur les organes suivants :

Cobayes.	Muscles (de la cuisse.)
	Foie.
Pigeons.	Muscles de l'aile.
	Muscles de la cuisse.
	Foie.
Carpes.	Muscles dorsaux.
	Foie.
	Glandes génitales,

Les dosages ont été effectués au moyen de la méthode Fraenkel-Garnier, sur 20 grammes de tissu.

Nous pouvons résumer de la façon suivante les résultats obtenus :

1° *Influence du sexe.* — Chez la carpe, les tissus du mâle (muscles, foie) sont constamment plus riches en glycogène que ceux de la femelle ; il y a exception cependant pour les glandes génitales, les œufs renfermant toujours plus de glycogène que le lait (sperme).

Chez le cobaye, les muscles du mâle sont également plus riches en glycogène que ceux de la femelle; pour le foie, les résultats sont très variables. Enfin, chez le pigeon, on n'observe pas de différence sexuelle aussi nette.

La castration, opérée, sur des cobayes mâles et femelles, a pour effet d'uniformiser la teneur en glycogène des muscles.

2° *Influence des saisons.* — a) *Chien.* — La liste suivante donne la teneur moyenne en glycogène des muscles biceps fémoraux aux différents mois de l'année, le glycogène étant dosé en milligrammes contenus dans 20 grammes de muscles :

1907.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	—	—	—	—	—
	102	123	85	177	193

1908	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
	132	170	185	321	317	134	208	202	169

Il ressort très nettement de l'examen de ces chiffres que la glycogénie musculaire subit deux poussées, l'une à l'automne, aux mois de novembre, décembre, et une autre beaucoup plus importante au printemps, aux mois de mars, avril.

Il est à remarquer que ces deux maxima de la courbe correspondent aux deux périodes de rut de l'animal.

Dans les trois listes suivantes, nous donnons la teneur des muscles en glycogéne (même dosage que ci-dessus) pour :

b) *Cobaye* (muscles biceps fémoraux).

1907	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	140	98	132	157	160	165

1908	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.
	160	143	157	256	289	166	163	170

Chez cet animal qui se reproduit toute l'année, on observe néanmoins, une poussée glycogénique au printemps, toujours aux mois de mars, avril.

c) *Pigeon* (muscle de l'aile).

1907	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	92	107	135	116

1908	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
	90	117	211	257	234	266	221	235	180

d) *Carpes.*

1907	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	82	125	147

1908	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
	156	225	222	455	303	123	65	85	130

Chez les carpes, on observe une seule poussée glycogénique, intense, au printemps, aux mois de mars, avril, au moment de la maturité des éléments sexuels. Cette poussée glycogénique s'observe à la fois, dans les muscles et les glandes génitales, testicules et ovaires. La courbe du foie est toute différente : elle est élevée en hiver, et basse en été.

Cette influence des saisons, sur la glycogénie, semble s'exercer par l'intermédiaire des glandes génitales. Nous avons vu, en effet, que le sexe influence d'une façon très manifeste la richesse des muscles en glycogénie chez le cobaye et la carpe, et nous savons, d'autre part, que l'activité des glandes génitales est très fortement influencée par les saisons.

Il ne saurait être question de la température, pour expliquer ces variations saisonnières : des cobayes maintenus en hiver, à la température de 30 degrés, pendant six semaines, renfermaient les mêmes quantités de glycogène que des animaux non chauffés.

Discussion. — M. Charles PÉREZ fait remarquer le grand intérêt des recherches de M. Maignon, au point de vue de la biologie générale. L'influence des glandes génitales sur la fonction glycogénique serait particulièrement intéressante à étudier. Il y aurait, semble-t-il, lieu de noter, pour chaque animal sacrifié, l'état des glandes génitales, la phase de la spermatogénèse, la situation de l'observation par rapport à une époque de rut, de gravidité, etc. ; non seulement reprendre l'étude saisonnière d'individus châtrés, mais examiner aussi ce qui se passe au point de vue du glycogène, chez les animaux jeunes, non châtrés, et suivis depuis leur naissance jusqu'à leur premier rut.

M. J. SELLIER

Docteur en Médecine.
Directeur adjoint de la Station Biologique (Arcachon).

SUR L'ACTION PROTÉOLYTIQUE ET PRÉSURANTE DES SUCS DIGESTIFS DES ANIMAUX INVERTÉBRÉS (1)

— 7 août —

Les diastases des sucs digestifs des Invertébrés ont été jusqu'ici bien peu étudiées ; les faits rares et isolés actuellement connus sur la digestion des matières albuminoïdes, notamment, ont été établis à l'aide de techniques peu précises. C'est probablement ce qui explique les contradictions qu'on rencontre dans les mémoires des auteurs qui se sont occupés de ces questions.

Mes études ont porté sur les Crustacés, les Céphalopodes et sur un Aphroditien, *Aphrodite aculeata*, ces dernières espèces étant particulièrement abondantes à Arcachon. Mais au lieu de pratiquer mes recherches avec le produit de macération des glandes digestives, j'ai toujours opéré avec du suc digestif pur recueilli dans les conditions d'asepsie les plus rigoureuses.

RÉSULTATS OBTENUS CHEZ LES CRUSTACÉS

Les Crustacés de grande taille tels que *Maïa squinado* et *Cancer pagurus* fournissent facilement et abondamment du suc digestif pur. Leur poche stomacale en est presque constamment remplie, même lorsque ces animaux sont à l'état de jeûne. Ce liquide digestif est brun foncé chez *Maïa squinado* et jaune verdâtre chez *Cancer pagurus*. Il a constamment une réaction neutre au tournesol et à la phtaléine.

(1) *Travail de la Station biologique d'Arcachon.*

Ce suc a une action fortement protéolytique. Il digère très facilement l'ovalbumine coagulée, la gélatine et la caséine du lait.

Le maximum d'action pour la digestion de l'ovalbumine est en milieu neutre, bien que l'effet de la diastase se poursuive en milieu légèrement acide et en milieu alcalin.

Si, par exemple, dans une série de tubes à essais contenant la même quantité de suc, on ajoute des doses variables d'HCl et de Co^3Na^2, le tout étant ramené au même volume par l'eau distillée, les quantités d'acide chlorhydrique et de carbonate de soude étant calculées de telle sorte que la teneur du milieu soit comprise entre 0 et 3 p. 1.000 d'HCl et entre 0 et 3 p. 1.000 de Co^3Na^2, on constate que la digestion, soit du cube d'albumine, soit du tube de Mette, se produit très faiblement en milieu légèrement acide. A pàrtir de 0,3 p. 1.000, il n'y a pas trace de digestion. On apprécie facilement la dissolution de l'ovalbumine en milieu alcalin jusqu'à 2 p. 1.000.

Mais le maximum d'action est très manifestement en milieu neutre. C'est ainsi qu'on a pu constater la dissolution de 18 millimètres d'ovalbumine en tube de Mette, après trente-six heures à 40 degrés en milieu neutre, et $8^{mm},7$ en milieu alcalin à 2 p. 1,000.

La gélatine à 10 0/0, neutralisée, est très facilement digérée par le ferment protéolytique: 4 centimètres cubes de gélatine additionnée de $0^{cms},1$ de suc ne gélifie plus, après trois heures à 40 degrés, quand on place le tube à essai dans l'eau refroidie.

La digestion de la caséine du lait s'accomplit aussi très facilement, mais il se produit un phénomène de coagulation préalable que j'ai déjà fait connaître (1) et qui est dû à l'action d'une diastase présurante.

C'est ainsi qu'on observe les phénomènes suivants :

Si à 10 centimètres cubes de lait de vache dans un tube à essai, placé au bain-marie à 40 degrés, on ajoute une goutte de suc digestif, on constate que la coagulation se produit promptement (4 minutes environ). On peut retourner le tube sans laisser tomber une goutte de liquide. Mais bientôt le coagulum se dissout peu à peu. Le lait a été transformé en une liqueur claire. Les acides (HCl ou AzO^3H) ajoutés goutte à goutte à ce liquide de digestion, ne donnent pas de précipité.

L'eau bromée additionnée goutte à goutte à 10 centimètres cubes de cette liqueur, donne une coloration violette plus ou moins intense caractéristique du tryptophane.

L'acidité du milieu, mesurée à la soude décinormale en présence de phtaléine et exprimée en HCl, s'est élevée de 0,5 p. 1.000 à 1,1; témoignant ainsi de la formation de corps à fonctions acides tels que ceux qu'on

(1) *Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Lyon,* 1906.

voit se former au cours de l'hydrolyse trypsique de la caséine. Un tube témoin, sans suc digestif, conserve, dans les mêmes conditions d'expérience, son acidité initiale de 0,5, qui est l'acidité du lait normal mesurée à la phtaléine.

En résumé, le suc digestif pur des Crustacés, tel qu'il est recueilli dans l'estomac, contient un agent protéolytique. Les conditions de milieux d'action et surtout la nature des produits de digestion formés, indiquent un processus trypsique. Ce fait est établi par la production assez rapide de tryptophane, corps qui est mis en liberté, en même temps que la tyrosine. au cours de l'hydrolyse trypsique. Ce suc digestif contient aussi une diastase présurante analogue à celle qu'on rencontre dans les sucs gastrique et pancréatique des animaux supérieurs.

RÉSULTATS OBTENUS CHEZ LES CÉPHALOPODES

C'est la seiche et le calmar qui m'ont fourni le suc digestif réclamé par mes études. Le *cæcum*, chez le Calmar, est constamment gorgé de suc digestif pur, et cela indépendamment de l'état de jeûne ou de digestion. Chez la Seiche, le même organe est tantôt plein de liquide, tantôt il n'en contient que quelques gouttes. Il n'a jamais été rencontré de débris alimentaires mélangés au suc digestif du *cæcum* sur 50 Seiches et 35 Calmars examinés.

Ce suc pur, produit de la sécrétion hépatopancréatique, est acide au tournesol, visqueux, filant, fluorescent.

Il donne constamment la réaction des matières albuminoïdes (biuret, réaction xanthoprotéique). Quand on le traite par l'eau distillée, il louchit (présence de globulines).

Les propriétés digestives de ce suc ont toujours été les mêmes, soit qu'il ait été recueilli lorsque l'animal était à l'état de jeûne ou à l'état de digestion.

Le suc pur ne coagule pas d'habitude le lait de vache naturel. Mais le même lait, sensibilisé par un barbotage à CO^2, coagule facilement à 40 degrés.

Dix centimètres cubes de lait calcifiés à 5 grammes p. 1.000 de chlorure de calcium, sont coagulés après cinq minutes au bain-marie à 40 degrés par $0^{cm3},1$ de suc digestif. Rien de semblable ne se passe dans un tube témoin sans liquide digestif.

Le suc de macération de la glande hépatopancréatique du Calmar ou de la Seiche coagule toujours le lait de vache normal, après des temps variables au bain-marie à 40 degrés. La dialyse n'enlève pas le pouvoir coagulant. Mais, qu'il y ait coagulation ou non, l'addition de suc digestif pur éclaircit toujours le lait de vache. Le liquide clair de digestion ne précipite pas par les acides (HCl ou AzO^3H).

L'eau bromée, additionnée goutte à goutte à quelques centimètres cubes

de cette liqueur, donne manifestement la réaction violette caractéristique du tryptophane.

Ce suc digestif est très faiblement actif sur l'ovalbumine coagulée.

Le cube d'albumine, pas plus que le tube de Mette, ne sont digérés, même après soixante-douze heures, à 40 degrés. On constate seulement l'éclaircissement de l'ovalbumine.

La gélatine est très facilement digérée.

Quand on fait des digestions de lait par addition de suc digestif, on constate facilement le phénomène de l'éclaircissement. Or, il y a, en même temps, augmentation de l'acidité par rapport à un témoin ne contenant pas de suc; ce phénomène est dû, comme on sait, à la mise en liberté des corps à fonctions acides, qui se produisent au cours de l'hydrolyse de la caséine. Si on mesure cette acidité dans des conditions diverses de milieux, on constate que c'est en milieux acides (1 à 2 p. 1.000 en HCl) que se produit le maximum d'action.

En résumé, le suc digestif des Céphalopodes, tel qu'on le rencontre à l'état physiologique dans le *cæcum*, coagule le lait lorsqu'il est sensibilisé par un barbotage à CO^2, ou par l'addition de faibles quantités de chlorure de calcium.

Le suc de macération de l'hépatopancréas coagule le lait naturellement, même après dialyse. L'hydrolyse protéolytique de la caséine produit du tryptophane.

Le suc est très peu actif sur l'ovalbumine coagulée. Il digère très bien la gélatine. La coagulation est provoquée par une diastase analogue à la présure. L'action protéolytique du suc, envisagée spécialement au point de vue de l'hydrolyse de la caséine et des produits de digestions fournies, paraît procéder par un mécanisme comparable au processus trypsique, bien que le milieu d'action le plus favorable soit le milieu acide.

RÉSULTATS OBTENUS CHEZ LES APHRODITIENS (APHRODITE ACULEATA).

On sait que l'Annélide *Aphrodite aculeata* a un tube digestif qui présente des ramifications en cæcum au niveau de chaque anneau, habituellement gorgées d'un suc digestif coloré en brun foncé. Il est facile d'en recueillir une quantité suffisante pour faire de nombreuses expériences.

J'ai pu constater l'action protéolytique de ce suc qui digère rapidement la gélatine et la caséine.

Les expériences dont voici un type montrent qu'il contient une diastase présurante :

1° On met dans un tube à essai stérilisé 10 centimètres cubes de lait frais (acidité à la phtaléine $1^{gr},5$ par litre en acide lactique) plus une goutte ($0^{cm3},5$) du liquide digestif. On porte au bain-marie à 40 degrés. Après huit minutes, la caséine est précipitée en flocons, qui bientôt s'agglomèrent

pour former un coagulum mou, gélatineux, non rétractile. Ce coagulum est dissous rapidement par le ferment protéolytique. Au bout de quelques heures, le lait est devenu clair;

2° Dans un deuxième tube, on répète la même expérience, mais en sensibilisant le lait par l'addition de quelques milligrammes de chlorure de calcium. On obtient alors une coagulation totale et rapide. Le tube peut être renversé sans que le contenu s'en détache. La digestion de ce coagulum se produit dans les mêmes conditions que celles précédemment indiquées. Avec une demi-goutte, un quart de goutte, on obtient encore la coagulation du lait;

3° Un tube témoin contenant les mêmes quantités de lait et de chlorure de calcium, mais sans liquide digestif, reste indéfiniment liquide;

4° Le suc chauffé à 70 degrés pendant une demi-heure a perdu la propriété de provoquer la coagulation du lait.

Tous ces faits montrent donc qu'il existe certainement dans le suc digestif des Invertébrés une diastase présurante à côté du ferment protéolytique. Ces faits m'ont paru intéressants à faire connaitre alors que comme on sait se pose et se discute la question de savoir s'il y a ou non identité entre ces deux agents.

M. Jules LEFÈVRE

Professeur-Agrégé de l'Université (Le Havre).

SUR LA GRANDEUR DE L'ÉNERGIE PHYSIOLOGIQUE

— 8 août —

Le mouvement énergétique des animaux à sang chaud est une grandeur complexe.

Envisagé dans ses rapports avec le milieu extérieur, l'homéotherme présente évidemment deux besoins énergétiques répondant à deux ordres de fonctions essentielles, à savoir : les fonctions mécaniques et locomotrices, d'une part, et, d'autre part, les fonctions de thermogénèse pour la résistance au froid.

Lorsque l'organisme est au repos, il serait cependant téméraire de conclure que toute la chaleur qu'il produit est uniquement liée au besoin de sa défense contre le froid.

En effet, l'entretien pur et simple du mécanisme vital exige la dépense d'une certaine quantité d'énergie, dont le mouvement est défini selon Chauveau par les relations d'équivalence :

Énergie chimique = Énergie physiologique = Chaleur.

Ainsi, même au repos, et à l'abri de toute réfrigération, soustrait en un

mot à toute réaction essentielle contre le milieu extérieur, l'organisme est encore obligé de produire et *d'éliminer* une certaine quantité de chaleur dont il n'a actuellement aucun besoin.

Cet *excretum* calorique qui représente la dépense énergétique inévitable, mesure également *l'énergie physiologique*. celle du travail même de la vie, et indique la part qui, dans la calorification totale, revient à la chaleur *non réglable*, imposée à l'organisme.

Autant et plus peut-être que la chaleur animale brute ou que la puissance mécanique du moteur animé, la grandeur de l'énergie physiologique mérite d'être connue; aussi bien cette grandeur se présente dans la plupart des recherches d'énergétique animale,

J'ai donc pensé qu'il y avait lieu de présenter à ce Congrès les recherches que j'ai récemment entreprises sur la mesure du besoin physiologique.

De nombreuses études calorimétriques antérieures m'avaient déjà permis de mesurer la grandeur de la production calorique de l'homme et des principaux homéothermes, et de construire la courbe de ses variations en fonction de la température extérieure, grâce à la méthode très précise de la réfrigération par les bains.

Cette courbe qui tourne sa concavité en haut (vers les y positifs) montre que la calorification décroit rapidement quand la température du milieu s'abaisse, et que vers 36 ou 37 degrés, elle tend à se fixer dans le voisinage de 1 calorie par minute chez l'homme adulte. *Or, à ce moment, la réfrigération est nulle;* aussi cette chaleur, indépendante de tout besoin de résistance au froid, mesure-t-elle bien, en unités caloriques, l'énergie physiologique cherchée, soit environ 1.450 calories pour les vingt-quatre heures, ou $0^c,94$ par kilogramme et par heure chez un adulte moyen de 64 kilogrammes.

Toutefois, la recherche indirecte de la *calorification limite* au repos et à l'abri du froid, laissant quelques incertitudes, j'ai soumis cette importante étude à l'analyse calorimétrique directe.

Le repos réalisé est celui que possède l'organisme lorsqu'aucun de ses muscles ne travaille et ne se contracte même statiquement. Assurément, le *tonus* persiste; mais nous ne pouvons (1) et ne devons pas le supprimer, car l'énergie qu'il met en jeu est précisément l'une des sources importantes de la dépense physiologique que nous cherchons à mesurer.

Quant à la soustraction de l'organisme à toute influence calorique, elle ne peut se réaliser par des conditions adiabatiques, car le corps ne tarderait pas à s'échauffer sous l'influence de sa propre chaleur. Il faut donc trouver un milieu qui assure la *neutralité thermique*, c'est-à-dire un milieu qui, sans refroidir ni échauffer l'organisme, permette cependant l'écoulement régulier de la chaleur qu'il produit.

(1) La suppression du tonus musculaire ne serait pratiquement réalisable que chez l'animal, paralysé, par exemple, au curare.

L'expérience nous a montré que ces conditions étaient réalisées par le bain à 35 degrés.

Le sujet étudié, bien commodément installé, sans gêne et sans contrainte, dans le bain à 35 degrés, y restera donc, sans mouvement, pendant toute la durée des mesures calorimétriques.

Pour faire ces mesures, j'ai adopté deux méthodes qui se complètent et se contrôlent mutuellement, à savoir : la calorimétrie directe et la calorimétrie respiratoire.

La première méthode a pour principe la mesure du retard que le refroidissement du bain chaud (à 35 degrés) subit lorsque l'organisme s'y trouve plongé.

Par exemple, des mesures soignées, que nous ne pouvons détailler ici (1), nous montrent que le calorimètre, *seul*, aurait dû se refroidir de 1°,870, tandis qu'il ne s'est refroidi, par la présence du sujet, que de 1°,135.

L'organisme a donc fourni, pendant l'expérience, une chaleur suffisante pour échauffer le calorimètre de :

$$1°,870 - 1°,135 = 0°,735$$

A l'aide de ce chiffre, connaissant la masse calorimétrique et après corrections convenables, nous avons trouvé pour la chaleur dégagée :

60c,3 à l'heure.
1.450c en vingt-quatre heures.
0c,95 par kilogramme-heure.

Ces chiffres sont très voisins de ceux que nous a fournis la méthode des limites.

La deuxième méthode directe consiste à recueillir, au moyen d'un masque respiratoire et d'une double soupape de Müller, les gaz expirés, à mesurer leur volume au compteur et à analyser les échantillons périodiquement recueillis au gazomètre.

On détermine ainsi très exactement le volume de l'oxygène consommé, et, à l'aide du quotient respiratoire qui fait connaître la nature des réserves brûlées pendant l'expérience, on donne à cet oxygène le coefficient thermogène qui lui convient.

Ainsi, dans une expérience de cinquante minutes, 13l,75 d'oxygène ont été absorbés, et le quotient respiratoire 0,88 montre que sur 3 molécules de O^2, 2 ont servi à brûler des hydrocarbonés et 1 à brûler des graisses (2). Or on sait que le coefficient thermique du litre de O^2, mesuré dans les

(1) A consulter, sur ce sujet, JULES LEFÈVRE, *Journal de Physiologie*, novembre 1907 et mars 1908, ainsi que nos Mémoires des *Arch. de Physiologie* 1895, 1896, 1897.

(2) Les repas qui précèdent l'expérience sont particulièrement riches en amylacés et en graisse ; la ration azotée est réduite à 60 grammes pour vingt-quatre heures.

conditions normales, est de $4^c,7$ pour les hydrocarbonés et de $4^c,46$ pour les graisses. La chaleur cherchée est donc :

$$Q = 13,75\left(\frac{2}{3}\times 4,7 + \frac{1}{3}\times 4,46\right) = 63^c,3$$

Résultat encore très voisin de celui de la calorimétrie directe.

Les conclusions à retenir sont intéressantes :

1° La dépense *inévitable* d'énergie, la plus petite que l'organisme puisse faire, celle qui mesure *la ration énergétique minima* nécessaire à l'entretien du mécanisme intime de la vie, est très voisine de $0^c,97$ par kilogramme-heure, soit, pour l'adulte moyen, de 1.450 à 1.500 calories par vingt-quatre heures.

2° Cette chaleur inévitable, qui termine le cycle de l'énergie à travers l'organisme, peut être considérée comme un véritable *excretum*.

3° Toutefois cette chaleur est partiellement ou totalement utilisée, dès que l'organisme est soumis au froid. De simple *excretum*, elle devient alors une chaleur *utilisable*.

4° Si le besoin calorique dépasse 1.400 ou 1.500 calories, à la chaleur précédente s'ajoute une chaleur de thermogénèse (marge de la thermogénèse) réglable selon les besoins de la lutte contre le froid.

5° Dans les conditions ordinaires, la calorification totale s'élève environ à 2.250 calories par vingt-quatre heures. Cette chaleur comprend deux parts, à savoir :

a) Chaleur excrétée, résidu du travail physiologique = 1.500 calories ;

b) Chaleur complémentaire de thermogénèse = 750 calories.

Cette dernière, *réglable* avec les besoins de la défense contre le froid, représente donc normalement $\frac{1}{3}$, tandis que la chaleur *non réglable* imposée à l'organisme dans l'entretien de sa vie représente les $\frac{2}{3}$ de la calorification totale.

M. Henri PIÉRON

Maître de Conférences à l'École pratique des Hautes Études (Paris).

LE SENS CHIMIQUE DES LIMNÉES

— 8 août —

Yung a montré qu'il existait chez les *Helix* un sens olfactif distribué sur toutes les régions du corps extérieures à la coquille, y compris par conséquent le manteau et le pied, outre les parties dont la sensibilité est

particulièrement fine, dans la zone céphalique, c'est-à-dire les grands et petits tentacules (1).

Il a adopté le terme d' « olfaction » parce que les réactions de l'escargot se produisaient non seulement pour des substances émettant des vapeurs délétères, mais encore pour des substances qui, comme l'essence de camomille qu'il a particulièrement employée, ne paraissent susceptibles d'exercer une influence que par l'intermédiaire de cet agent inconnu auquel on impute les odeurs.

Un sens de discrimination chimique aérienne s'exerçant à distance, sans qu'on puisse incriminer des vapeurs décelables susceptibles d'exercer une action corrosive, mérite, en effet, par une analogie justifiée, ce nom d'olfaction, préférable à des néologismes incompréhensibles dont on risquerait, avec trop d'exigence, d'encombrer le champ des études sensorielles.

Mais, lorsque l'on constate des réactions discriminatives chez les animaux aquatiques il est beaucoup plus difficile de déterminer par analogie le facteur à invoquer : y a-t-il encore une action à distance olfactive, ou s'agit-il d'une dissolution venant au contact des organes sensoriels de l'animal, et, dans ce cas, a-t-on affaire à une modalité de la sensibilité générale ou à un sens gustatif?

Enfin, lorsque les réactions discriminatives se produisent au contact de substances qui n'exercent point d'action à distance, sera-t-on toujours en droit de parler de sens du goût, même en éliminant les agents pouvant exercer une influence corrosive?

Il y a là des problèmes de nomenclature sensorielle particulièrement délicats et que j'ai évités provisoirement en ne parlant que de la sensibilité chimique, en général, chez les limnées, à propos des observations et expériences suivantes.

Pendant les mois de mai et juin des années 1907 et 1908, j'ai étudié un grand nombre d'individus, appartenant aux espèces *Lymnea (Lymnœus)* et *L. palustris auricularis L. stagnalis*, et recueillis dans des mares ou des ruisseaux des environs de Paris.

Le mode de vie de ces pulmonés aquatiques est bien connu. Ils demeurent soit sur le fond des ruisseaux ou des mares, soit sur les herbes, à profondeurs variables, et, de temps en temps, remontent à la surface pour rejeter l'air vicié contenu dans leur chambre palléale et en absorber d'autre, leur ascension se faisant soit par reptation, le long des fonds ou le long des plantes jusqu'à la surface, soit par abandon de tout support, l'air enfermé dans leur cavité palléale assurant leur flottaison ; dans ce dernier cas, la limnée ne peut redescendre qu'en retrouvant les bords du ruisseau ou de la mare ou en rencontrant des plantes émergentes et en reprenant sa

(1) E. YUNG : *Recherches sur le sens olfactif de l'escargot (Archives de Psychologie,* t. III, n° 9, novembre 1903.)

reptation, la chute au fond par évacuation de l'air ne se produisant que très rarement, en général, sinon exclusivement, sous l'influence de facteurs nocifs. La limnée qui flotte procède encore à une reptation, mais qui s'effectue, l'animal étant retourné à la surface de l'eau et l'adhérence étant produite par un phénomène de tension superficielle, qui peut être augmenté, mais sans qu'il y ait là un facteur nécessaire, par la sécrétion d'un mucus visqueux due aux glandes de la partie antérieure du pied. Très souvent, au cours de cette reptation, on voit fonctionner la mâchoire de la limnée, la radula effectuant régulièrement son mouvement de râpe, tout à fait comme si la reptation s'effectuait le long des feuilles aquatiques dont elle se nourrit effectivement ; lorsque, dans ces conditions, une substance alimentaire flottante est rencontrée, une feuille par exemple, on voit la limnée se mettre à en avaler. Très polyphage, on peut lui faire absorber ainsi, au cours de ses reptations de surface, des corps animaux ou végétaux, des feuilles très diverses de salades, du cresson, aussi bien que des larves de chironomes, des œufs de tritons, etc.

Il suffit, soit de placer les objets flottants sur le chemin de la Limnée, soit de les poser directement sur la région du mufle ou sur le pied, pour provoquer des réactions de préhension alimentaire.

Aucun de ces corps ne paraît agir à distance sur la limnée qui ne les rencontre que fortuitement et les manque souvent de très près, sans se détourner de sa route pour les atteindre ; elle ne semble donc bien ne les sentir ni les voir (1).

Dès qu'il y a contact d'un corps dans la région céphalique pendant la progression, il se produit un mouvement d'exploration du corps touché, quel que soit le point du contact, puis il y a glissement le long du corps jusqu'à la région du pied, et alors, ou la reptation continue et le corps est laissé en arrière du sillage de la limnée, ou le mufle se replie légèrement et l'attaque de la mâchoire se produit.

En général, au moment du glissement de l'objet, il y a une sécrétion abondante de mucus.

Lorsqu'on dépose la substance sur le mufle, si on la place à côté de la région buccale, elle glisse généralement jusqu'au bord du pied, quelle qu'elle soit ; si, au contraire, on la dépose sur la bouche, elle est immédiatement absorbée, quelle qu'elle soit aussi ; j'ai pu faire absorber ainsi des grains de quartz, de calcaire, des débris de plâtre, des grains de sel, de sucre, de poivre, de la poudre de sulfate de quinine, etc., l'absorption étant facilitée par les mouvements préexistants de la radula et plus encore

(1) La vision chez les Limnées, comme d'ailleurs chez les *Helix* paraît exclusivement réduite à la perception de variations fortes de l'intensité lumineuse. Des ombres subitement portées lorsque l'animal est en pleine lumière permettent seules d'obtenir une réaction d'origine visuelle, comme chez la plupart des *Helix;* et ce n'est que des grands jeux d'ombre et de lumière qui paraissent agir sur leur marche.

par l'adjonction de corps de valeurs alimentaires, comme des grains de semoule, mais pouvant se faire parfois isolément en déterminant les premiers mouvements de préhension de la radula. Les suites de l'absorption sont variables ; non qu'il puisse y avoir jamais de rejet, mais en ce que l'animal tantôt continue ses mouvements de mâchoire, tantôt, au contraire, les cesse et se retourne, tantôt enfin, comme c'est le cas pour le sucre et le sel, rejette l'air de la cavité palléale, et, rentrant dans sa coquille, coule au fond (1).

Cette absorption indifférente dans la région buccale contraste avec ce fait que, dans les conditions ordinaires, la limnée n'absorbe que des substances alimentaires, fait que l'on constate également si on dépose les divers corps expérimentés sur le pied ; lorsque le dépôt se fait dans la région moyenne ou postérieure du pied, l'animal glisse et laisse tout derrière lui ; mais, dans la région antérieure du pied, comme lorsque le dépôt a été fait sur le mufle, et que le glissement a amené la substance au contact du bord du pied, s'il s'agit d'une matière nutritive pour la limnée, celle-ci se replie et vient la saisir et l'absorber ; s'il s'agit d'une matière inerte ou nocive, comme des grains de calcaire ou de poivre par exemple, ou du sulfate de quinine en petite quantité (car pour le sel et le sucre et les fortes quantités de poudre de quinine les réactions sont plus violentes et paraissent d'origine osmotique), la limnée la laisse glisser sur elle purement et simplement.

Parfois les matériaux alimentaires, des grains de semoule par exemple, ou des larves de chironomes, sont agglomérés par le mucus visqueux, et la limnée, changeant sa marche, revient en arrière et se met à avaler le mucus et tous les matériaux ainsi agglomérés, au lieu de se replier comme elle le fait en d'autres cas et d'absorber les substances alimentaires contre son pied.

Le fait tout à fait net qui résulte de ces observations et expériences, c'est que la sensibilité discriminative pour les aliments, et qu'on peut bien appeler une sensibilité gustative, est très faible dans la région du mufle, nulle dans la région buccale, à l'extérieur ou même peut-être à l'intérieur, et qu'elle est au contraire très développée sur le bord antérieur du pied, se montrant presque exclusivement localisée à la région pédieuse antérieure (2).

(1) Cette même réaction est obtenue par le contact en un point quelconque d'un grain de sel ou de sucre ; lorsque le grain est posé sur le pied, l'animal le presse en se repliant, et rentre dans sa coquille en l'entraînant, réaction singulièrement mésadaptée.

Tout se passe comme si, par élévation brusque de la tension osmotique en un point en contact avec les tissus de l'animal, il y avait une brûlure, une douleur très vive. Lorsque le grain de sel est un peu gros, la limnée en meurt, d'ailleurs, quelquefois.

(2) Il ne faudrait point d'ailleurs considérer comme preuve de goût le fait que des excitations provoquent le mouvement de la radula ; toute excitation forte, mécanique ou chimique agit en effet de façon analogue, alors même que l'excitation provoque d'autre part des réactions de fuite de la limnée, comme avec la quinine par exemple.

L'exploration reptatrice de la limnée, dont la paire unique de tentacules se trouve au sommet de la tête, permet d'ailleurs de comprendre cette localisation.

Et, fait intéressant, lorsqu'on explore la sensibilité chimique, non plus au contact, mais à distance, on constate que la zone de plus grande finesse est cette région pédieuse qui pourrait être considérée comme le siège du goût. Cette sensibilité à distance parait nulle d'ailleurs dans l'eau (où un morceau de camphre, par exemple, ne provoque aucune réaction avant le contact) et ne se manifeste que dans l'air où elle parait bien prendre dès lors la forme olfactive avec des substances n'émettant aucune vapeur corrosive.

C'est ainsi que des essences odorantes (essences d'ail, d'anis, de menthe, de la poudre de naphtaline ou des morceaux de camphre (1), provoquent des réactions de retrait chez la limnée maintenue hors de l'eau, surtout lorsqu'on les approche du bord antérieur du pied, déjà à 2 ou 3 millimètres de distance pour le camphre ; ces réactions ne s'obtiennent à peu près pas dans la région moyenne ou postérieure de l'animal, sauf parfois sur les bords du pied, mais apparaissent également dans la région céphalique, antennaire, en particulier, moins rapidement d'ailleurs, de façon plus inconstante, et seulement à une distance d'environ 1 millimètre.

La même région posséderait donc la sensibilité chimique sous sa double forme classique, gustative et olfactive. Ne serait-ce pas que dans ce cas les deux formes se confondraient? La question peut être posée, mais elle ne peut, certes, être résolue.

Une autre région possède une très fine sensibilité aux excitants chimiques agissant à distance, dans l'air du moins, une fine sensibilité olfactive, c'est la région avoisinant le pneumostome et, qui possède en effet un organe olfactif baignant normalement dans l'eau, l'osphradium.

Lorsqu'on approche un pinceau imbibé d'essences ou un morceau de camphre du pneumostome d'une Limnée maintenue hors de l'eau, lorsque l'animal l'ouvre pour respirer, on constate une fermeture brusque, immédiate.

Lorsque l'animal vient respirer à la surface de l'eau, les mêmes agents ne provoquent la réaction de fermeture que d'une façon inconstante et après un beaucoup plus long retard. Dans ce dernier cas, est-ce dû à l'excitabilité beaucoup moins grande de l'osphradium plongé dans l'eau ou, par suite de l'inexcitabilité totale de cette région sensorielle(2), à une

(1) Pas plus pour les odeurs que pour les goûts il ne faudrait, bien que nous n'ayons qu'une connaissance subjective des excitants pypéritiques, juger de l'influence sur les animaux d'après celle que nous subissons. C'est ainsi que l'essence d'anis provoque chez les limnées des réactions bien plus violentes que l'essence d'ail.

(2). Cette inexcitabilité est probable, car l'animal en reptation ne parait pas réagir aux effluves odorants aériens.

faible excitabilité de terminaisons nerveuses se trouvant dans la chambre palléale elle-même ?

La possibilité de ce sens olfactif pulmonaire en quelque sorte serait justifiée par ce qu'on peut observer chez les escargots qui ne possèdent pas du tout d'osphradium. En effet en approchant les mêmes excitants odorants du pneumostome de l'*Helix hortensis* et de l'*H. nemoralis* pendant l'inspiration, au bord de la coquille, en évitant toute approche du manteau (qui ne réagit que pour des excitants qui ne sont pas éloignés de plus de 1 millimètre), on obtient souvent, en l'absence bien entendu de tout contact, une fermeture assez brusque de l'ouverture de la chambre pulmonaire, au moins à la première excitation. Et cela semble bien indiquer l'existence d'un sens chimique malgré l'absence d'organe apparent spécialisé, d'autant que la présence préalable du corps odorant n'empêche pas l'ouverture du pneumostome, ce qui devrait avoir lieu si l'excitation était régie par le manteau comme on le constate chez la Limnée qui n'ouvre jamais son pneumostome, dans l'air humide, en présence d'un corps odorant, grâce aux indications reçues par la région osphradiale, différenciée dans ce sens.

Il resterait à se demander, en tous cas, si la région de l'osphradium des limnées, qui parait ne servir guère à l'épreuve de l'air inspiré, puisque ce Gastéropode est aquatique, possède ou non, en même temps, une discrimination gustative analogue à celle du bord antérieur du pied ; mais comme cette région se trouve protégée dans la coquille en temps habituel, sauf pendant les actes respiratoires, et qu'un contact en provoque l'invagination protectrice, il ne m'a pas été possible de faire cette épreuve.

M. E. GLEY

Professeur au Collège de France (Paris).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU MÉCANISME DE L'IMMUNITÉ DE L'ACTION DU SÉRUM DE TORPILLE SUR LE SYSTÈME NERVEUX DES ANIMAUX IMMUNISÉS CONTRE CE SÉRUM

— 8 août —

Au point de vue du mécanisme de l'immunité, c'est une question importante de savoir si tous les organes qui subissent l'action d'une toxine quelconque, poison bactérien, venin, sérum toxique, sont devenus résistants à cette action chez les animaux immunisés. J'ai entrepris l'étude de cette question en me servant pour cela de deux sérums toxiques dont je

me suis déjà beaucoup occupé, le sérum d'Anguille et celui de Torpille (1), et au moyen d'une méthode déjà connue en pharmacodynamie, mais qui n'a pas encore été systématiquement employée et qui mériterait de l'être, la méthode des injections dans le liquide céphalo-rachidien.

Quand on a à éprouver des substances dont une des caractéristiques ou le caractère essentiel est leur action sur le système nerveux central, cette méthode fournit, en effet, des résultats sûrs et précis, appliquée sur des animaux tels que le chien et le lapin, chez lesquels il est aisé de pratiquer une ou plusieurs injections par la membrane occipito-atloïdienne sans léser les centres nerveux et après que l'on a laissé s'écouler une quantité de liquide céphalo-rachidien correspondant à peu près à la quantité de liquide injecté.

Je ne m'occuperai, dans ce travail, que du sérum de Torpille. Je renvoie pour le sérum d'Anguille à la note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (2), l'année dernière.

J'indiquerai d'abord les effets du sérum de Torpille en injection dans le liquide céphalo-rachidien, puis les effets de ce même sérum chez les animaux préalablement immunisés contre ledit sérum, et enfin les effets de ces injections chez des animaux qui ont reçu préalablement, par la même voie, des quantités déterminées de sérum antitoxique. — Toutes les expériences ont été faites sur le lapin.

I. — Abstraction faite des variations imprévues de toxicité dépendant des animaux qui ont fourni le sérum ou de la sensibilité particulière de quelques animaux d'expérience et de diverses causes de variation plus ou moins évitables, tenant, par exemple, à l'affaiblissement d'action dû au vieillissement ou à un manque de précautions dans la conservation, la toxicité du sérum de Torpille injecté par la voie indiquée est en moyenne dix fois plus grande que la toxicité en injection intra-veineuse ($0^{c3},2$ par kilogramme au lieu de 2 centimètres cubes). Les accidents débutent deux ou trois minutes après l'injection ; ce sont des accidents respiratoires, polypnée et dyspnée, qui éclatent en même temps que des désordres du système nerveux central, consistant en impulsions motrices ; celles-ci sont caractérisées par des mouvements de propulsion (courses plus ou moins rapides), des sauts en hauteur, quelquefois des mouvements de manège,

(1) L. CAMUS et E. GLEY : *De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action. C. R.*, CXXVI, p. 428, 31 janvier 1898 ; — *Sur le mécanisme de l'immunisation contre l'action globulicide du sérum d'Anguille. Ibid.*, CXXVII, p. 330, 8 août 1898 ; — *Expériences concernant l'état réfractaire au sérum d'Anguille. Immunité cytologique. Ibid.*, CXXIX, p. 231, 24 juillet 1899 ; — *Recherches sur l'action physiologique du sérum d'Anguille. Contribution à l'étude de l'immunité naturelle et acquise. Arch. inter. de Pharmacodynamie*, 1898, t. V, pp. 247-305 ; etc.

E. GLEY : *Recherches sur le sang des Sélaciens. Action toxique du sérum de Torpille. C. R.*, CXXXVIII, p. 1547, 13 juin 1904.

(2) E. GLEY : *De l'action des ichtyotoxines sur le système nerveux des animaux immunisés contre ces substances. Contribution à l'étude de l'immunité. C. R.*, 9 décembre 1907.

plus rarement de rotation sur l'axe, assez souvent des attaques cloniques, rarement toniques ; on observe aussi du myosis qui va en s'exagérant, de l'exophtalmie (qui n'est pas constante), de la salivation. Cette phase d'excitation est suivie d'une phase de paralysie ou de parésie plus ou moins longue, suivant la dose injectée. Les animaux meurent en des laps de temps très différents, variant de dix minutes (très rarement moindres) à une ou plusieurs heures. Quand la dose n'est pas suffisante pour amener la mort immédiate, les accidents paralytiques dominent et durent plusieurs jours, quelquefois même de quinze à vingt jours ; le plus souvent l'animal est d'abord complétement paralysé, puis cette paralysie s'atténue, il n'y a plus que de la parésie ; dans ce dernier état, quand on force l'animal à se déplacer, il se fatigue rapidement et, après quelques mouvements, il tombe épuisé. La température, le lendemain de l'injection, est très basse : j'ai relevé des températures de 30 à 33 degrés ; dans les jours qui suivent, elle se relève, mais sans revenir jamais à la normale. La perte de poids est considérable, dès le lendemain de l'injection, de 100 à 200 grammes.

II. — Chez les animaux préalablement immunisés contre le sérum de Torpille par des injections intra-veineuses répétées de petites doses de ce sérum (ces animaux résistaient à une dose toxique injectée dans une veine), l'injection dans le liquide céphalo-rachidien de la quantité ordinaire provoque les mêmes accidents que ceux qui viennent d'être décrits et la mort dans les délais habituels.

Ainsi, quand le poison est porté directement sur les cellules nerveuses chez les animaux immunisés, rien n'empêche son action de se produire. Si ces animaux ne manifestent pas les troubles nerveux caractéristiques, quand le poison est injecté dans le sang, ce n'est donc pas parce que leur système nerveux a acquis une résistance spécifique, c'est parce que la toxine, en pénétrant par la voie sanguine dans l'organisme, y rencontre une antitoxine qui la neutralise et en empêche les effets, avant qu'elle arrive aux cellules nerveuses. C'est là le fait essentiel sur lequel j'ai insisté dans une note du 9 décembre dernier à l'Académie des Sciences. De même, nous avions antérieurement démontré, L. Camus et moi *(loc. cit.)*, que les hématies des animaux immunisés contre le sérum d'Anguille ne sont plus détruites par ce sérum, non pas parce qu'elles ont acquis une résistance propre, spécifique et en quelque sorte constitutionnelle, mais parce qu'il s'est formé dans le sang de ces animaux une substance antitoxique qui s'oppose à l'effet destructeur de l'ichtyotoxine.

III. — Les expériences que j'ai maintenant à relater viennent confirmer cette donnée, en même temps qu'elles en constituent une contre-épreuve.

J'ai trouvé, en effet, qu'on peut empêcher l'action si intense de l'injection intra-rachidienne du sérum de Torpille en injectant par la même voie et en même temps ou quelque temps auparavant une quantité déterminée de

sérum antitoxique (provenant d'un animal immunisé de la même espèce). Voici les expériences que j'ai pu réaliser jusqu'à présent.

Il me semble nécessaire de les répartir en deux séries, parce que les unes ont été faites avec un sérum antitoxique très actif et les autres avec un sérum qui l'était très peu. Les animaux qui avaient fourni ces deux sérums avaient été cependant immunisés pendant le même laps de temps, soit un mois, à cinq jours près, et avaient reçu l'un et l'autre, pendant ce temps, huit injections de sérum de Torpille, dont les deux ou trois dernières à dose toxique. L'un d'eux néanmoins, saigné trois jours après la dernière injection, a donné un sérum très actif ; l'autre, saigné le lendemain même de la dernière injection, a donné un sérum fort peu actif.

1° Avec le premier, dix expériences ont été faites.

A. — Deux animaux ont été injectés avec un mélange à parties égales de sérum antitoxique et de sérum toxique (1) ; tous deux ont survécu, après avoir présenté quelques accidents paralytiques qui ont duré plusieurs jours, s'atténuant d'ailleurs progressivement. — Un animal a reçu le même mélange, mais la quantité de sérum antitoxique était double de celle du toxique. Or, cet animal n'a présenté aucun accident, sauf une perte de poids considérable (250 grammes en 24 heures).

Trois animaux témoins, ayant reçu des doses inférieures du même sérum de Torpille, sont morts en 3-4 heures, en 25 heures et en 46 heures.

B. — Trois animaux ont reçu le sérum antitoxique cinq minutes avant le toxique. Deux d'entre eux n'ont eu aucun accident (sauf la perte de poids consécutive qui a été, pour l'un, de 75 grammes et, pour l'autre, de 280 grammes en 24 heures) ; le troisième est mort en cinq jours ; mais les deux premiers avaient reçu une quantité de sérum antitoxique double de la quantité du toxique et le dernier une quantité seulement égale.

Deux animaux témoins pour les deux premiers sont morts, l'un, en 33 minutes, et l'autre en 25 heures et demie. Un témoin pour le troisième, ayant reçu une dose moitié moindre de sérum toxique, est mort en 46 heures.

C. — Deux animaux ont reçu le sérum antitoxique dix minutes après le toxique, à une dose double de la dose de ce dernier. L'un n'a présenté aucun accident (sauf une perte de poids de 90 grammes en 24 heures) ; l'autre est mort en 43 minutes, mais ce résultat est suspect, en raison d'une infiltration des muscles de la nuque constatée à l'autopsie et telle que l'on pouvait se demander si l'injection de sérum antitoxique avait bien pénétré jusqu'au bulbe.

Un animal témoin est mort en 33 minutes, un autre en une dizaine d'heures.

D. — Enfin, sur deux lapins, l'injection de sérum antitoxique, toujours en proportion double, a été faite un quart d'heure avant celle du toxique. Le premier n'a présenté que quelques petits accidents (un peu de polypnée et de myosis) et une forte chute de poids (245 grammes en 24 heures) ; l'autre est mort en 10-12 heures, avec les impulsions motrices, les accidents convulsifs, puis les phénomènes paralytiques ordinaires.

Mêmes témoins que pour les animaux de la série B.

(1) Quand on opère ce mélange, il se produit un fin précipité.

2e Avec le second sérum, huit expériences ont été faites. Dans presque toutes, la quantité de sérum antitoxique a été le double de la quantité de toxique.

A. — Un seul animal a reçu un mélange des deux sérums; il est mort en 1 heure 3 minutes.

Deux lapins témoins, ayant reçu la même dose de toxine, sont morts en 15 et 21 minutes.

B. — Un seul animal a reçu le sérum antitoxique dix minutes avant le toxique. Après avoir présenté des accidents graves, il a survécu.

Mêmes témoins que pour le lapin A.

C. — Deux animaux ont reçu le sérum antitoxique un quart d'heure avant le toxique. L'un est mort en 40 heures environ, l'autre en 2 jours et une dizaine d'heures.

Mêmes témoins que pour A et B.

D. — Un seul animal a reçu le sérum antitoxique une demi-heure avant le toxique. Il est mort en 4 jours 35 minutes.

Mêmes témoins que ci-dessus.

E. — Trois animaux ont reçu le sérum antitoxique une heure avant le toxique. L'un est mort en 16 minutes, un autre en 55 minutes et le troisième en 1 heure 26 minutes; celui-ci avait reçu une dose d'antitoxine triple de la dose de toxine.

Mêmes témoins que ci-dessus. Un autre témoin a succombé en 4 minutes à une injection intra-veineuse de 2 centimètres cubes par kilogramme du même sérum de Torpille; le sérum ayant servi à ces expériences était donc très toxique.

Encore que cette seconde série d'expériences soit moins probante que la première, en raison de l'activité beaucoup moindre du sérum antitoxique qui y a été employé, on voit que l'injection de l'antitoxine dans le liquide céphalo-rachidien, en même temps ou peu de temps avant l'injection du poison, protège le système nerveux contre les effets nocifs et mortels de ce dernier. — Il ne m'a pas encore été possible de déterminer exactement la durée de l'action préventive exercée par le sérum antitoxique; dans la seconde série d'expériences, on remarque bien que cette durée n'a pas dépassé une demi-heure ou une heure, mais, comme celles-ci ont été faites avec un sérum peu actif, on n'en saurait rien conclure de sûr. C'est un point à fixer par de nouvelles recherches. — Il reste, dès maintenant, que les cellules nerveuses, de même que les globules rouges du sang, ne résistent à une ichtyotoxine donnée que parce que l'antitoxine de celle-ci se trouve en leur présence, soit qu'elle reste à leur contact, soit qu'elle y ait été préalablement fixée; de toute façon, il faut que la neutralisation (chimique) de la toxine par l'antitoxine puisse s'effectuer pour que les éléments anatomiques soient protégés contre l'action de cette toxine.

M. Georges BOHN
Préparateur-Chef à la Sorbonne.

LES RYTHMES VITAUX CHEZ LES ACTINIES

— 8 août —

Il y a à peine cinq ans que j'ai indiqué, pour la première fois, toute l'importance de la considération des rythmes vitaux pour la compréhension des réactions des animaux inférieurs. On soupçonnait, chez un certain nombre de ceux-ci, une vague périodicité en relation avec la succession des jours et des nuits, mais jamais, que je sache, on n'avait envisagé la possibilité d'une périodicité en rapport avec les mouvements de la marée.

De juillet à septembre 1903, je fis, tant à Saint-Vast-la-Hougue qu'à Saint-Jacut-de-la-Mer, près de Saint-Malo, un grand nombre d'observations suivies sur les *Convoluta roscoffensis*, et je mis ainsi ne évidence, d'une façon très nette, un rythme des marées. A la même époque, Gamble et Keeble entrevoyaient le même phénomène ; mais, d'après leurs indications on pouvait croire à un rythme nycthéméral conditionné par les divers temps de la marée.

Le *rythme des marées* est présenté par un grand nombre d'animaux supra-littoraux et littoraux, dont les habitats sont compris dans la zone du balancement des marées, comme il ressort de mes propres observations et de celles d'un certain nombre d'auteurs ; il a été observé, en effet, chez : les Diatomées littorales (Fauvel et Bohn, 1907), les Actinies (Bohn, 1907), les Annélides *(Hediste diversicolor :* Bohn, 1905 ; Brunelli), les *Convoluta* (Bohn, 1903 ; Martin, 1907), les Littorines (Bohn, 1904 et 1905), les Pagures (Drzewina, 1907) etc.

Le rythme des marées est plus ou moins marqué, suivant les habitats et les époques. Il est d'autant plus net que dans l'habitat naturel le contraste des conditions de vie à mer haute et les conditions de vie à mer basse est plus accentué. Il s'atténue dans les périodes de morte d'eau et s'accentue dans les périodes de vive eau.

En aquarium, malgré l'absence des oscillations de la mer, la périodicité continue à se manifester. En aquarium, les *Convoluta* continuent à rentrer dans le sable et à en sortir au moment où la mer vient recouvrir l'habitat naturel et à celui où cet habitat est abandonné par l'eau. C'est là la persistance d'une habitude contractée de longue date. Dans ce cas, on voit une fois de plus l'importance des influences passées dans les réactions actuelles d'un animal.

Le biologiste ne doit jamais oublier que les réactions actuelles d'un

animal sont fonction à la fois des influences actuelles et des influences passées, et qu'il peut y avoir une sorte de conflit entre les unes et les autres de ces influences.

En particulier, il peut arriver que, en aquarium, le rythme des marées, lorsqu'il n'est pas très marqué, soit masqué par les influences actuelles, entre autres par celle de la lumière. Aussi devient-il intéressant d'étudier le rythme des marées dans ses relations avec la succession des jours et des nuits. Mais alors il ne faut pas oublier qu'il peut y avoir un *rythme nycthéméral acquis*.

Mais, même quand les influences actuelles ne viennent pas contrarier les influences passées, le rythme peut fort bien ne pas se manifester. Cela tient à ce que la *loi de l'inertie* peut s'appliquer aux êtres vivants. Un être vivant est dans un certain état; il tend à y rester, à moins qu'une excitation extérieure vienne à l'en faire sortir.

Quand un animal présente le rythme des marées, à certaines heures, il a tendance à effectuer un certain mouvement; à d'autres heures, il a tendance à effectuer le mouvement contraire. Par suite de l'inertie de l'animal, la tendance peut ne pas se réaliser, mais de minimes secousses imprimées à l'animal permettent à la tendance de se révéler. J'ai remarqué depuis longtemps ce fait que je n'ai pas encore signalé : quand on place le cristallisoir qui contient les *Convoluta* sur une table branlante, le rythme est beaucoup plus apparent que lorsque l'on place ce cristallisoir sur une table stable; dans le premier cas, les trépidations imprimées par la marche de l'observateur combattent constamment l'inertie des organismes.

En ce qui concerne la question des rythmes vitaux, les Actinies sont particulièrement intéressantes, parce que, ces rythmes étant peu accentués, l'influence des excitations actuelles et celle de l'inertie de l'animal apparaissent nettement. Je voudrais indiquer ici les premiers résultats de mes recherches dans cette direction.

Contrairement à ce qui a lieu chez beaucoup d'animaux littoraux, il n'est pas facile d'observer le rythme des marées chez les Actinies. Seules, les *Actinia equina* de certains habitats l'ont présenté d'une façon nette. Ces animaux se rencontrent souvent dans les flaques d'eau laissées par la mer qui se retire; mais, en particulier sur les côtes granitiques du Cotentin et de la Bretagne, on peut les trouver fixés sur les parois verticales des hauts rochers qui découvrent à chaque marée; si on a soin de recueillir les individus situés *au niveau le plus élevé*, et qui à mer basse subissent une dessiccation parfois assez prononcée, on peut constater, en aquarium — surtout si on imprime à celui-ci de temps en temps de légères secousses — des alternatives d'épanouissement et de rétraction des polypes correspondant aux mouvements de la marée (épanouissement aux heures de la mer haute, rétraction aux heures de la mer basse); le rythme, d'ailleurs,

s'affaiblit rapidement et, après trois, quatre jours, il faut employer des moyens plus énergiques pour secouer l'inertie de l'animal ; au bout de huit jours, les influences actuelles ont pris une prédominance marquée sur les influences passées.

On n'a donc pas le droit de nier le rythme des marées en se basant sur des observations aussi superficielles que celles que l'on fait généralement. Il est facile de critiquer des observations d'un auteur, quand, sans même s'en apercevoir, on se place dans d'autres conditions que celles qui ont été indiquées.

En revanche, une rythmicité en relation avec la succession des jours et des nuits est assez facile à mettre en évidence, surtout chez les animaux conservés en aquarium et soustraits aux oscillations de la marée. Mais, comme la cause en jeu s'exerce, en général, de la même façon dans l'aquarium et dans la nature, il est souvent délicat de décider la part qui revient aux influences passées et celle qui revient aux influences actuelles. Quand je parlerai de « rythme nycthéméral », je n'entendrai pas forcément parler d'un rythme *acquis* dans l'habitat naturel et *fixé* dans la suite des temps.

J'ai observé deux *principaux* rythmes nycthéméraux :

1° Épanouissement vers le soir, et la *nuit* ; 2° épanouissement vers le matin, et l'*après-midi ;* et ceci souvent dans la même espèce, suivant les habitats. Le premier serait caractéristique des animaux dits « ombrophiles », le second, des animaux dits « héliophiles ». Mais ce sont là des termes à ne pas employer, à rejeter comme tous ceux du langage anthropomorphique.

Chez les *Tealia crassicornis*, il semble même qu'il y ait deux races physiologiques différentes correspondant aux deux rythmes : les individus qui, dans l'habitat naturel, étaient protégés de la lumière vive (fonds, à l'abri des hautes roches), restent fermés à la lumière vive du jour et s'épanouissent la nuit ; au contraire, ceux qui vivent dans les flaques qui reçoivent les rayons du soleil peuvent s'épanouir superbement le jour et se ferment alors la nuit.

Avec les *Actinia equina*, on constate des faits analogues. Chez les *Actinia* qui sont fixées sur les parois verticales des rochers des hauts niveaux et qui présentent, dans la nature et les premiers jours en aquarium, le rythme des marées, il ne tarde pas à se manifester, en aquarium, une périodicité correspondant au jour et à la nuit, avec épanouissement le soir et durant une partie de la nuit ; il semble que ces Actinies, sur leurs hauts rochers, où elles peuvent subir une dessiccation, aient pris l'habitude de « craindre » la lumière vive du soleil, si desséchante. Au contraire, les *Actinia* que l'on trouve parmi les Ulves, dans les flaques d'eau abandonnées par la mer, et qui par contre ne subissent ni dessiccation, ni asphyxie

notable (dans les mares à Ulves, il y a des variations *fort irrégulières* de la teneur en oxygène; mais jamais le taux ne s'abaisse au point que le milieu devienne asphyxique, même pour des animaux aussi sensibles que les petits Poissons et les Crevettes), ne présentent pas le rythme des marées et manifestent, en aquarium, une périodicité nycthémérale inverse de celle des Actinies précédentes : tendance à s'ouvrir dans la journée, fermeture le soir.

En général, comme l'ont constaté divers auteurs, les *Sagartiadæ* (*Actinoloba dianthus :* Bohn ; *Aiptasia annulata :* Jennings ; *Aiptasia erythrochila :* Bohn...) se ferment le matin pour se rouvrir progressivement dans la journée et s'épanouir largement la nuit (premier rythme).

Les rythmes nycthéméraux sont manifestement en relation avec les variations de l'éclairement. A la suite d'expériences où les variations d'éclairement étaient accompagnées de variations dans la teneur en oxygène (aquarium contenant des Ulves, algues vertes qui dégagent de l'oxygène en présence de la lumière), un auteur, M. Piéron, a attribué mes rythmes nycthéméraux aux variations de la teneur en oxygène. L'opinion n'est pas soutenable, comme je l'ai montré récemment (*C. R. Société de Biologie*, 20 juin 1908, p. 1087) : en effet, le rythme est plus marqué encore dans une eau qui ne renferme aucun organisme chlorophyllien et qui constitue un milieu légèrement asphyxique, très favorable d'ailleurs à l'épanouissement des Actinies, dans des conditions déterminées.

D'une façon générale, la question de l'influence de l'état de pureté de l'eau a été étudiée par M. Piéron d'une façon tout à fait imparfaite; il a effectué des mesures, mais ne portant que sur l'oxygène, alors qu'un assez grand nombre de facteurs variaient simultanément, en particulier la lumière, l'oxygène et l'acide carbonique. Avant d'effectuer des mesures, il faut chercher à isoler les diverses variables qui sont en jeu; or, j'en ai déjà signalé près de quarante (*C. R. Société de Biologie*, 27 juin 1908, p. 1163). Faute d'une analyse suffisante, il vaut mieux se contenter d'exprimer des résultats globaux.

Une curieuse relation relative aux habitants des cuvettes est la suivante. *Chez les Actinies qui s'épanouissent la nuit, le renouvellement de l'eau (ou son oxygénation) favorise la rétraction; chez celles qui s'épanouissent le jour, il favorise l'épanouissement.* Autrement dit: les Actinies « ombrophiles » « craignent » l'oxygène, et les Actinies « héliophiles » s'en trouvent bien.

Beaucoup d'auteurs pensent qu'il y a des animaux qui ont un phototropisme négatif et d'autres qui ont un phototropisme positif; en réalité, chez tout animal phototropique on peut observer des changements dans le signe des réactions. J'ai montré ici même l'an dernier (*Intervention des réaction oscillatoires dans les tropismes*, Congrès de Reims) que la sensibilité différentielle se manifeste dans la plupart des cas par une tendance au

changement de signe des tropismes, tendance qui se réalise souvent. Mais ce sont surtout les changements dans les « états physiologiques » qui entraînent les changements de signe des tropismes ; les nombreuses expériences de J. Loeb sont probantes à cet égard ; dans les phénomènes de rythme des marées il y a des variations périodiques de l'état physiologique.

De même qu'on peut changer le signe d'un tropisme, on peut arriver à transformer un des deux rythmes nycthéméraux en l'autre, c'est-à-dire, en somme, à renverser la succession des réactions et manifestations de l'être. C'est là un des points les plus intéressants de l'histoire des rythmes vitaux.

J'ai observé, dans un cas, le renversement immédiat. C'est avec les *Actinia equina* « héliophiles » des mares à Ulves. Placés dans l'obscurité absolue et continue, ces animaux se sont rétractés le jour, comme s'ils souffraient du manque de lumière aux heures où ils sont habituellement illuminés, et, par compensation, se sont épanouis la nuit.

Mais, *le plus habituellement, le renversement du rythme est le résultat d'une modification lente de l'état physiologique, obtenue en plaçant les organismes dans des conditions inhabituelles d'éclairement, de pression...*

Chez les Actinies qui s'épanouissent vers le soir et la nuit, on observe fréquemment une tendance passagère à se fermer au moment de la baisse brusque du jour, mais la tendance ne se réalise guère et l'épanouissement se trouve être superbe vers 9 heures du soir (en été). Mais, lorsque les organismes sont affaiblis pour une cause ou pour une autre (état de misère physiologique), cette tendance peut se réaliser, et souvent les polypes restent fermés au moins une partie de la nuit; au bout d'un certain temps, par compensation, l'épanouissement peut se faire dès le matin.

1° Influence de l'éclairement sur l'état physiologique et le rythme. — Cette influence apparait nettement quand on envisage les *Actinia equina* qui vivent sur les parois verticales des rochers des hauts niveaux. Ces animaux qui « craignent » la lumière vive ont cependant besoin, pour être bien portants, de recevoir une certaine quantité de lumière chaque jour ; quand les aquariums se trouvent placés dans un endroit obscur, où ne tombent jamais les rayons solaires directs, les réactions des polypes ne tardent pas à s'affaiblir, et l'épanouissement de la nuit cesse de se produire. Au bout d'un certain temps même, tout rythme, vu l'état de misère physiologique, cesse de se manifester.

2° Influence de la profondeur de l'eau sur l'état physiologique et le rythme. — Quand on maintient pendant un certain temps des Actinies sous une épaisse couche d'eau, même aérée par le fond, il se produit un état de misère physiologique, et l'épanouissement cesse de se produire la nuit. Chez les *Aiptasia erythrochila* Fischer, qui vivent sur les poutres du débarcadère d'Arcachon, j'ai pu observer d'une façon très nette le renversement

du rythme. En aquarium, sous une mince couche d'eau, il y a d'habitude épanouissement progressif au cours de l'après-midi et épanouissement complet le soir et la nuit. A mesure que l'épaisseur de l'eau augmente, l'épanouissement nocturne se fait moins bien, mais, en revanche, l'épanouissement commence plus tôt au cours de la journée ; finalement, on a un épanouissement matinal qui cesse le soir. Du premier type de rythme on est passé au deuxième type ; les diverses réactions sont changées de signe ; et, comme, en particulier, la relation signalée précédemment entre l'influence de l'état d'oxygénation de l'eau et le type du rythme subsiste, il se trouve que, dans la même eau très pure, au même instant, les Actinies peuvent être les unes rétractées (celles qui étaient sous une mince couche d'eau), les autres épanouies (celles qui étaient sous une épaisse couche d'eau). On pourrait objecter que, sous une épaisse couche d'eau, l'éclairement n'est pas le même que sous une mince couche d'eau ; mais je répondrai à cela que je me suis servi de vases enveloppés par en haut de noir jusqu'au niveau occupé par les animaux et éclairés par conséquent seulement par en bas ; l'éclairement se trouvait ainsi indépendant de l'épaisseur de la couche d'eau.

3° Influence de l'agitation de l'eau sur l'état physiologique et le rythme. — En soumettant des Actinies à des chocs répétés, à une agitation prolongée, on les affaiblit considérablement, et le résultat se trouve être le même que dans le cas précédent. En particulier, il suffit de maintenir dans de l'eau très agitée (sous un robinet) des *Aiptasia erythrochila* pendant une heure, pour empêcher l'épanouissement vespéral et nocturne.

4° Influence de la vie en milieu confiné et de l'inanition sur l'état physiologique et sur le rythme. — L'état de misère physiologique peut résulter du simple séjour en milieu confiné, sous une mince couche d'eau toujours tranquille, et de l'inanition. Le résultat est encore le même que dans les cas précédents, comme j'ai pu le constater en particulier sur les *Aiptasia erythrochila*. Les vieux lots se comportent comme les lots récents qui ont subi une agitation vive ou prolongée.

Toutes les causes que tendent à produire un état de misère physiologique tendent à entraîner en même temps une modification du rythme ; finalement, quand les choses sont poussées loin, le rythme peut ne plus se manifester du tout. L'Actinie reste constamment fermée, du moins pendant d'assez longues périodes.

Il y a infailliblement inhibition des manifestations rythmiques quand l'eau est le siège de putréfactions organiques, de décompositions cadavériques, ce qui arrive fréquemment avec de l'eau contenant du plankton, des algues ; on voit alors les Infusoires se multiplier en quantités considérables, comme dans les infusions organiques.

En septembre 1907, à l'Académie des Sciences, un étudiant du labora-

toire de Roscoff, Martin, a publié une note sur les mouvements de marée de *Convoluta roscoffensis*; cet auteur ne connaissait vraisemblablement pas mes recherches, (qu'il confirme), puisqu'il ne me cite pas. Il constate, en outre, les perturbations dues à la lumière (que j'avais indiquées également), et signale que les mouvements rythmiques peuvent être suspendus la nuit,et que, souvent, dans certains lots, toute manifestation d'une rythmicité peut disparaître. Martin parle alors d'« amnésie »! J'avais vu ces faits, mais il ne m'était pas venu à l'idée de signaler que les individus mourant ou vivant au milieu des putréfactions, individus « amnésiques » de Martin, ne se comportent plus comme les individus normaux. Martin place des individus qui ont encore la « mémoire » des mouvements de la marée dans un lot d'individus « amnésiques », et constate qu'ils deviennent « amnésiques »; inversement des individus « amnésiques » pourraient retrouver la mémoire dans un lot d'individus l'ayant conservée. Martin parle alors « d'imitation »! Je n'insiste pas.

Il est intéressant de faire remarquer que l'anthropomorphisme fleurit surtout chez les auteurs qui poussent peu loin l'analyse des faits.

M. Piéron, qui a entrevu certaines manifestations des rythmes vitaux, fait appel, pour les expliquer, à une « prévision » de l'avenir. Si les Actinies se ferment dans certaines mares littorales, après le retrait de la mer, c'est qu'elles prévoient la désoxygénation qui va se produire dans ces mares; il y aurait « anticipation réflexe ». Malheureusement pour ces vues hypothétiques, il ne se produit pas d'habitude de désoxygénation dans les mares considérées. D'une façon générale, les variations de l'oxygénation de l'eau du littoral se font d'une façon assez irrégulière; le savant ne peut les prévoir; l'animal encore moins. Il n'est pas assez « habile » pour cela, assez « malin », a dit M. Delage.

A cette critique, M. Piéron a répondu qu'il est plus merveilleux encore que les animaux marins puissent être assez « habiles » pour présenter en aquarium le rythme des marées. Je ne crois pas que les biologistes partagent cet avis : s'il est difficile de comprendre comment un animal inférieur peut prévoir des phénomènes se produisant d'une façon variable, à *des intervalles irréguliers*, il est parfaitement compréhensible que des phénomènes se répétant *périodiquement*, et depuis toujours, se gravent dans la matière vivante. Il ne peut pas en être autrement, et « l'habileté » de l'animal n'y est pour rien.

M. André COMBAULT

Docteur ès-sciences, Préparateur à la Sorbonne.

DIFFÉRENCES DE COLORATION DU SANG ARTÉRIEL ET DU SANG VEINEUX SUR LES COUPES

— 8 août. —

Dans la note que nous avons publiée l'année dernière, au Congrès de Reims sur la *Respiration des lombrics* (page 721 des Comptes rendus), nous n'avions pas cru devoir entrer dans des considérations détaillées au sujet de la technique employée dans nos expériences, voulant résumer nos travaux en une note succincte.

Mais les différentes critiques qui nous ont été adressées au sujet du paragraphe XI de notre communication, nous obligent à préciser les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir les résultats indiqués.

Le fixateur que nous avons employé est le fixateur de Bouin. Il est naturellement nécessaire, pour qu'il y ait différence accusée de la coloration du sang, que l'animal soit fixé vivant et que la fixation soit très rapide. On doit donc opérer sur des animaux de très petite taille et faciliter par tous les moyens possibles la pénétration rapide du fixateur. Il faut en effet que la coagulation du sang dans les vaisseaux précède pour ainsi dire la mort ou tout au moins la cessation de la respiration de l'animal, c'est-à-dire qu'elle la cause.

Cette condition rend l'expérience délicate et difficile à réaliser. Elle ne réussit bien, en général, que lorsqu'on opère sur des organes respiratoires, parce que l'absorption y est intense.

Lorsqu'on opère sur des lombrics, contrairement à ce que nous avons indiqué pour l'emploi du liquide de Bouin dans la fixation de l'organe de Morren en vue de son étude histologique, il faut employer le liquide de Bouin pur ; le bichlorure de mercure alcoolique à 1, 2 ou même à 5 0/0 réussit également, mais moins bien. On facilite la pénétration du fixateur en pratiquant des incisions assez nombreuses qui intéressent non seulement les téguments, mais l'œsophage en avant de l'organe de Morren et l'estomac en arrière.

Les résultats sont moins constants chez les poissons, parce que l'hémoglobine n'est plus, comme chez les lombrics, dissoute dans le plasma. Mais le liquide de Bouin a l'avantage de laquer très rapidement les globules rouges et on obtient ainsi néanmoins de bons résultats, l'absorption par les branchies des poissons étant très intense. Il faut opérer sur de très petits animaux.

La fixation réussie, on doit encore observer les précautions suivantes :

Ne pas inclure dans la paraffine, car, en chauffant les pièces, la coloration s'altère ; l'inclusion au collodion ne donne pas non plus de très bons résultats ; nous n'avons pas essayé l'inclusion à la gomme ; le meilleur procédé consiste à ne pas inclure et à faire des coupes par congélation.

Le mieux est de prendre des pièces directement dans le liquide fixateur, de les laver rapidement dans l'alcool à 30 degrés et de les congeler immédiatement. L'acide picrique donne naturellement une teinte jaune qui persiste. Il a des inconvénients dans la conservation des coupes, mais les résultats sont moins nets après vingt-quatre heures de séjour dans l'alcool à 30 degrés.

On peut, sans inconvénient, colorer les coupes à l'hématéine ou au bleu de méthylène, mais l'éosine, le carmin, donnent au caillot sanguin une teinte rose uniforme qui efface la différence de coloration.

Il est impossible de monter ces coupes au baume de Canada ; l'alcool absolu et, plus encore, le xylol les altèrent ; il faut les monter à la glycérine. Enfin, elles s'altèrent à la longue et la différence de coloration s'efface peu à peu et est à peine visible au bout d'un an.

La différence de coloration très nette sur une préparation fraiche est la suivante : le sang où domine l'hémoglobine réduite est rouge-brun, le sang ou domine l'oxyhémoglobine est gris-rosé avec des reflets nacrés argentins.

Enfin, lorsqu'il est nécessaire d'opérer sur de grosses pièces, on peut congeler l'animal vivant et dissoudre rapidement le bloc de congélation dans le liquide de Bouin.

Il est évident que de telles préparations sont détestables au point de vue histologique.

M. A. LAUBY

Ancien préparateur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand (Saint-Flour).

DES MODIFICATIONS QUE SUBISSENT LES DIATOMÉES D'EAU DOUCE SOUS L'ACTION DES EAUX MINÉRALES

— 8 août —

Ayant trouvé dans divers dépôts du Massif du Mont-Dore, en particulier dans les cinérites argileuses de la Bourboule (souterrain de l'établissement Choussy), l'espèce *Rhoicosphenia curvata* Grun., présentant **12** et **14** stries en **10** μ suivant la face valvaire considérée et semblable par conséquent à la *forme marine* de cette espèce ; j'ai recherché qu'elles pouvaient être les causes de la présence de cette forme dans ces formations *d'eau douce*.

Après bien des hypothèses pour expliquer la présence d'espèces mari-

nes dans cette région, aucune ne m'ayant satisfait, je me suis demandé si les sources minérales qui se déversaient dans les anciens lacs de l'époque tertiaire n'auraient pas eu une influence sur les espèces d'eau douce y vivant.

J'ai donc fait des recherches sur la présence de cette espèce dans les eaux minérales actuelles et dans les travertins anciens.

L'eau minérale de Saint-Nectaire m'a fourni une forme de *Rhoicosphenia curvata* présentant 12 à 14 stries sur ses faces valvaires.

Le travertin ancien, près la source pétrifiante de la Bourboule, m'a fourni comme types extrêmes de cette espèce : une forme courte et épaisse ayant de 10 à 12 stries, intermédiaire entre l'espèce fossile de la Bourboule et l'espèce ordinaire récente (8 à 12 stries) ; et une forme longue étroite, ayant de 12 à 13 stries se rapprochant, par conséquent, de la forme récente de Saint-Nectaire.

C'est donc grâce à la présence *de sources minérales* que les formes d'eau douce ont pu se modifier et prendre l'aspect de formes marines que nous trouvons aujourd'hui dans les sédiments anciens.

M. J. KUNCKEL d'HERCULAIS

Assistant de Zoologie (Entomologie) au Muséum national d'Histoire naturelle.

LE DÉPLACEMENT DE L'HOMME DANS L'ESPACE, COMPARÉ AVEC CELUI DES OISEAUX ET DES INSECTES

— 4 août —

M. le docteur Amans, de Montpellier, qui depuis vingt-cinq ans s'est consacré à l'étude du vol des êtres aériens et en particulier du vol des Insectes, s'est attaché à en tirer des données qui pourraient être utilisées pour résoudre pratiquement le déplacement de l'homme dans l'espace. Résumant à grands traits la conférence qu'il a faite à Montpellier, le 5 mai 1908, il expose, sous une forme imagée le résultat de ses observations sur les organes du vol chez les Insectes, et principalement sur ceux des Orthoptères (Libellules, Mantes, Sauterelles) et il en tire cette conclusion, c'est que « l'aile se réduit à deux plans formant un dièdre plus ou moins accusé à la base de l'aile », ce qui le conduit à compléter sa pensée en ces termes : « avec l'aile diédrique, on obtient d'organe essentiel, nécessaire et suffisant du vol pour la sustentation, la propulsion et les changements de direction et, dès 1883, il proposait d'employer des surfaces concaves et non des surfaces planes dans les appareils destinés à simuler le vol ». Après avoir passé en revue rapidement les divers systèmes d'aéroplanes, il fait remarquer avec raison que si depuis Chanut on emploie des surfaces planes rectangulaires superposées, on est sorti complètement du

type animal; seul l'aéroplane Gastambide utiliserait des surfaces triangulaires curvilignes, d'autre part, les surfaces de sustentation n'étant pas des organes moteurs, on s'est trouvé dans l'obligation de les suppléer par des hélices.

M. Amans observe judicieusement qu'on s'est de plus en plus éloigné de la machine animale et que, pour réussir à voler, il faut s'inspirer d'elle; « consciemment ou inconsciemment, dit-il, l'expérience doit conduire à son imitation ». Pour tendre vers ce but, il a entrepris une série d'études sur les flexions et les courbures des ailes, afin d'arriver à la conception d'organes mécaniques qu'il appelle des *hélices zooptères* dont l'emploi serait supérieur aux hélices géométriques.

L'intéressante communication de M. le docteur Amans est matière à réflexions.

M. Künckel d'Herculais présente les observations suivantes :

Tout d'abord, il est à noter que le problème du déplacement de l'Homme dans l'espace, tel qu'il est cherché maintenant et plus ou moins solutionné, repose essentiellement sur des données mécaniques, inspirées par le cerf-volant et qui n'empruntent rien aux animaux qui ont la faculté de voler; il est donc regrettable, à tous égards, de voir appliqués les termes *aviation* et *aviateur* à des appareils et à des personnes, termes qui semblent indiquer que les aéroplanes ressemblent à des oiseaux et que les Farman et les Wright les dirigent à la façon des Oiseaux. Si donc, à l'heure présente, l'aviation, *sensu proprio*, c'est-à-dire le vol de l'homme à travers les airs à la façon des Oiseaux est loin d'être réalisé; si, d'autre part, il y a lieu de s'inspirer de tel ou tel Oiseau, le mode de voler de chaque sorte d'Oiseau étant particulier et déterminé par sa structure anatomique! n'y a-t-il pas lieu de voir s'il serait préférable de prendre modèle sur les puissants voiliers à humérus court et à avant-bras développé, ou un type où les proportions soient moyennes, de faire choix d'un type à battements d'ailes espacés ou à battements fréquents. Mais ce qui fait la supériorité incontestable des oiseaux, c'est, pour les uns de pouvoir tenir tête ou fuir devant la tempête, pour les autres, les plus nombreux, d'avoir la faculté, repliant leurs ailes, de se dérober et d'atterrir lorsque le vent, qui normalement favorise le vol, dépasse une certaine vitesse.

D'autre part, à propos du vol de certains Insectes, notamment des Coléoptères, dont a parlé le docteur Amans, nous rappellerons qu'il y a des années, dans une conférence que nous avons faite à la Société de navigation aérienne, nous avons exposé, avec figures à l'appui, les procédés variés que les insectes emploient pour se déplacer dans l'air, en nous basant aussi bien sur l'observation que sur les dispositions anatomiques et les expériences physiologiques. Dans notre pensée, ils offraient d'excellents sujets d'étude et d'enseignement.

Bien que portant généralement deux paires d'ailes, s'il en est qui se servent de toutes les deux pour voler, il y en a d'autres qui n'utilisent que la première paire, lorsque d'autres ne mettent en action que celles de la seconde paire.

Parmi ceux qui se servent de deux paires d'ailes, les Orthoptères (Libellulides, Acridides) ont chaque paire d'ailes indépendantes mues par un système musculaire abaisseur et élévateur des ailes propre à chaque paire, l'un situé dans le mésothorax, l'autre dans le métathorax; chez les Lépidoptères, les Hyménoptères, il y a solidarité entre les deux paires d'ailes, et cette solidarité est assurée par un dispositif spécial (frein, hamuli) ; les mouvements sont alors assurés par des muscles qui occupent la majeure partie de la cavité mésothoracique.

Chez ceux qui attaquent l'air avec leur première paire d'ailes, comme ceux qui constituent l'immense groupe des Diptères, ce sont les muscles énormes contenus dans le mésothorax qui les mettent en action ; les ailes inférieures sont morphologiquement remplacées par une paire de petits appareils que l'on nomme les *balanciers*.

Il est à noter que, chez les insectes, les muscles moteurs des ailes s'insèrent sur de larges surfaces, reliés à des pièces solides qui transmettent les mouvements aux ailes.

Si l'on compare le mode d'action des ailes d'un Hyménoptère et de celles d'un Diptère, on constate de profondes différences ; en effet, de nombreuses expériences (Maurice Girard, Pettigrend, Jousset de Bellesme, Künckel d'Herculais, etc.), ont démontré qu'on peut faire l'ablation totale des ailes inférieures d'une Abeille, d'un Bourdon, sans abolir le vol, alors que si l'on pratique la mutilation des balanciers chez une tipule, une Mouche, un Sylphide, on les prive complètement de la faculté de voler. Si donc, anatomiquement, les ailes inférieures d'un Hyménoptère sont homologues des balanciers d'un Diptère, physiologiquement elles ont des fonctions essentiellement différentes. Les expériences précitées ont permis, d'autre part, de déterminer la surface vraiment utile des ailes dans le vol, ainsi que le rôle primordial du bord antérieur de l'aile constitué par les nervures costales et sous-costales.

Quant aux insectes qui mettent en jeu les ailes inférieures seulement, comme les Coléoptères, ceux-ci, quels qu'ils soient, n'impriment jamais de mouvements battant l'air à leurs ailes antérieures ou élytres; si le Cerf-volant ou Lucane étend ses élytres, ils ne prennent aucun point d'appui sur l'air et restent immobiles, mais il est un grand nombre de Coléoptères qui donnent à leurs élytres des positions telles qu'ils montrent l'inutilité pour le vol, de ces organes ; les Cétonides les gardent dans leur position naturelle unis l'un à l'autre, les soulevant seulement pour laisser échapper les ailes inférieures ; les Sylphides, les Staphilinides les mettent dans un

plan longitudinal parallèlement à l'axe du corps pour que dans le vol l'air n'ait aucune prise sur eux. De toute façon, les élytres n'ont dans aucun cas un rôle actif.

Ces exemples suffisent pour montrer qu'elle est la diversité des procédés que les insectes emploient pour se mouvoir dans l'air; mais, comme les Oiseaux, les uns ont de larges rames aériennes et n'effectuent qu'un petit nombre de battements dans un temps donné, tandis que d'autres, aux ailes de peu d'étendue, exécutent des battements si nombreux qu'ils constituent de véritables mouvements vibratoires et nombre d'entre eux réalisent admirablement le vol stationnaire, certains Diptères notamment.

De même que les Oiseaux, les Insectes attérissent ou s'abritent quand le vent dépasse une certaine vitesse.

Il est encore une donnée qu'il importe de connaître, c'est le poids que peuvent emporter les insectes en volant; l'observation nous montre que chez les Papillons comme chez les Diptères les femelles emportent avec aisance leur mâle tout en visitant les fleurs ou en se livrant à la chasse; il est même des Diptères, chasseurs femelles, qui, portant leur mâle sur leur dos, emportent une proie aussi volumineuse qu'elles. L'expérience (F. Plateau) a confirmé l'observation, et l'on peut dire avec certitude qu'un insecte peut emporter aisément un poids équivalent au sien.

Comme le docteur Amans, nous croyons que l'étude des appareils et du mécanisme du vol chez les insectes peut fournir de précieux enseignements à ceux qui veulent s'occuper d'aviation et, surtout, qui veulent construire des appareils aviateurs; mais nous pensons que des conclusions pratiques ne peuvent être tirées que d'une étude comparée conduisant au choix d'un type.

Discussion. — M. Charles PÉREZ, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux, fait remarquer que si les Coléoptères se prêtent particulièrement bien, grâce à la rigidité de leurs élytres, à l'étude géométrique des courbures faite par M. le docteur Amans, on ne doit pas oublier que les élytres ne jouent dans le vol qu'un rôle souvent très atténué ou même nul. Assurément, les formes des ailes ont été ancestralement déterminées par des conditions de mécanique en rapport avec le vol. Mais, chez les Coléoptères, il s'est surajouté une adaptation nouvelle, les élytres s'étant spécialisées de façon à s'affronter l'une à l'autre, et aux bords de l'abdomen, en une sorte de fermeture hermétique. Et l'on doit concevoir que, si leur forme primitive a été en rapport exclusif avec le vol, lorsqu'elles se sont fixées de façon à constituer une carapace, cette condition nouvelle a pu intervenir dans la fixation de leur forme définitive. Il est assez malaisé de faire le départ entre les influences relatives qu'ont pu avoir ces deux ordres successifs de conditions morphogènes. C'est, à coup sûr, une question d'espèce. Il est bon du moins de ne pas perdre de vue la remarque précédente, afin de ne pas déduire la forme géométrique des ailes rigides seules, les formes à réaliser par les palettes de nos machines à voler. Mais ce petit conseil de prudence n'infirme naturellement en rien l'intérêt, ni la portée des observations si originales de M. le docteur Amans.

ANTHROPOLOGIE

M. Lucien MAYET

Docteur en Médecine et ès Sciences (Lyon).

Introduction à l'étude de la Paléontologie humaine.

LES MAMMIFÈRES MIOCÈNES DU CENTRE DE LA FRANCE
(FAUNES PALÉOMAMMALOGIQUES DES SABLES DE L'ORLÉANAIS ET DES FALUNS DE LA TOURAINE)

— 3 août —

La question de l'apparition de l'homme sur le sol de l'Europe occidentale est surtout une question de paléontologie. L'étude des faunes de mammifères qui ont précédé immédiatement nos premiers ancêtres se trouve représenter une introduction logique à l'étude de la paléontologie humaine.

On a cherché à reporter très loin nos origines en Europe. Certains théoriciens vont même, entrainés par leur imagination, jusqu'à parler de l'Homme oligocène ! De telles exagérations tiennent à l'incertitude de nos connaissances relatives aux premiers silex paléolithiques et à l'interprétation erronée des éolithes.

Elles sont formellement contredites par les lois les mieux établies de la paléontologie générale. Il serait véritablement extraordinaire que l'homme soit arrivé isolé, en nos régions, sans que les mammifères supérieurs, les singes notamment, l'aient précédé et qu'il soit resté immuable dans ses caractères, alors que, par évolution, migrations ou extinction, les faunes de mammifères se renouvelaient complètement autour de lui.

Aussi, j'ai pensé que l'on pourrait arriver à des notions plus précises, plus exactes, en étudiant de façon approfondie les mammifères tertiaires qui ont immédiatement précédé l'homme et les conditions de milieu dans lesquelles ils ont vécu. Il me paraît nécessaire de redire que les débuts du Préhistorique sont exclusivement un chapitre de paléontologie humaine et tant qu'avec les éolithes on n'aura pas trouvé des débris squelettiques des êtres les ayant utilisés — si, tant est qu'ils aient jamais

été utilisés — on doit accueillir ces cailloux avec les plus extrêmes réserves.

C'est dans cet état d'esprit que j'ai abordé un ordre de recherches dont j'apporte ici les premiers résultats.

L'ère tertiaire est représentée par deux ordres de terrains qui permettent d'établir une coupure assez nette dans cette longue période géologique : d'une part les terrains éogènes comprenant l'Éocène et l'Oligocène ; d'autre part les terrains néogènes avec le Miocène, le Pliocène et si l'on veut le commencement du Pleistocène.

Le début des temps néogènes est marqué par d'importantes migrations mammalogiques Africano-Asiatiques et probablement aussi Nord-Américaines. En même temps que les grands proboscidiens, elles ont amené les premiers singes anthropoïdes dont on puisse retrouver les traces dans notre pays. Ce sont là des constatations du plus haut intérêt et c'est dès ce moment que se prépare l'arrivée de l'homme, d'origine africaine probablement, mais — je me hâte de le dire — sans que cette hypothèse puisse être présentement justifiée.

Malheureusement, il existait une lacune assez étendue dans la connaissance des mammifères du Burdigalien et de l'Helvétien du Centre de la France et, avant de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les faunes miocènes connues, il s'imposait d'étudier celles des Sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine, et ce sont quelques résultats de cette étude, faite avec le bienveillant appui de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, que j'apporte aujourd'hui.

Vers la limite des temps oligocène et miocène, le Centre de la France s'est trouvé recouvert par les eaux du lac de Beauce, au fond duquel se sont déposées lentement les différentes assises de la formation dite du Calcaire de Beauce : calcaire d'Étampes, molasse du Gâtinais, calcaire de Pithiviers (= Calcaires à hélices de l'Orléanais et de Montabuzard).

Après le dépôt du calcaire miocène de Pithiviers, un mouvement de régression a eu pour effet d'assécher, en grande partie, la vaste surface du lac de Beauce, où se forme alors une vaste vallée fluviale, dirigée assez sensiblement du sud au nord et alimentée par les eaux de la région granitique du Plateau central, d'ailleurs encore faiblement surélevé.

Les eaux de ce grand fleuve et de ses affluents charrient et déposent tout d'abord l'énorme quantité de graviers que représentent les Sables de l'Orléanais. Encore ceux-ci ont-ils été depuis cette époque érodés en grande partie et, pour une autre partie, recouverts par la formation un peu plus récente des Sables de la Sologne.

Au point de vue stratigraphique, la succession des couches est la suivante :

ORLÉANAIS :	BLÉSOIS :
Sables de la Sologne.	Sables de la Sologne.
Marnes de l'Orléanais.	(Manquent).
	Sables de Beaugency.
Sables de l'Orléanais.	Sables de l'Orléanais.
(Chevilly, Neuville-aux-Bois, Fay-aux-Loges, etc.)	Sables de Thenay, Chous.
Marnes du Blésois.	Marnes du Blésois.
(Représentées par le niveau marneux inférieur de la région d'Orléans.)	(Suèvres, Chévenelles.)
	Sables de Chitenay.
Calcaire de Pithiviers.	Calcaire de Pithiviers.
(= Calcaire de Beauce supérieur; = Calcaire à hélices de l'Orléanais; = Calcaire de Montabuzard.)	(= Calcaire de Suèvres, de Blois, de Pontlevoy.) = Peut-être calcaire de Selles-sur-Cher (1)

Les Faluns sont des dépôts de graviers marins, formés d'éléments siliceux plus ou moins grossiers, plus ou moins fins, selon les niveaux, associés à un élément calcaire très abondant et représenté par de nombreux fossiles (coquilles, débris de Bryozoaires, de Polypiers et quelques fragments de roches calcaires provenant des couches sous-jacentes). Ils marquent les lignes de rivage de la mer Helvétienne qui a, pendant son invasion brusque, raviné, érodé profondément les terrains qu'elle venait recouvrir. Mélangés aux innombrables fossiles marins, on rencontre, dans les faluns du Blésois et dans quelques gisements de la Touraine, des débris de mammifères ; les uns proviennent du remaniement des sables de l'Orléanais par les eaux marines ; les autres représentent des cadavres d'animaux charriés par les cours d'eau venant se jeter dans la mer des Faluns.

Voici, très sommairement indiquées, les faunes paléomammalogiques de ces deux niveaux — Burdigalien et Helvétien — du centre de la France :

Les sables de l'Orléanais ne sont pas une formation géologique ayant la remarquable unité qu'on lui a longtemps attribuée.

Cette masse énorme d'alluvions granitiques s'est formée pendant un temps fort long et on peut y distinguer plusieurs faciès locaux, d'âge très probablement différent.

En allant de bas en haut, j'énumérerai successivement : le calcaire de Montabuzard, les sables de Chitenay, les marnes du Blésois, les sables de l'Orléanais proprement dits, les marnes de l'Orléanais et le début de la formation sableuse de la Sologne.

Le CALCAIRE DE MONTABUZARD est un de ces faciès locaux dont tout l'intérêt — et surtout les discussions dont il a été l'objet — repose sur les ossements fossiles de mammifères qui furent découverts, il y a plus d'un siècle, en

(1) La faune de mammifères de Selles-sur-Cher, de Billy... me paraît présenter des affinités très réelles avec celle du calcaire oligocène de Saint-Gérand-le-Puy et, par suite, correspondrait à l'ancien calcaire de Beauce inférieur (= calcaire d'Étampes).

Tout récemment, M. G. Dollfus pensait pouvoir rattacher ce calcaire de Selles-sur-Cher à celui de Pithiviers, cela d'après les mollusques de ce calcaire. Personnellement, je me rallierais volontiers à cette nouvelle conception de M. Dollfus, si elle était suffisamment démontrée et alors la faune de Selles-sur-Cher serait l'homologue de celle de Montabuzard.

ce point et signalés par Cuvier. La position stratigraphique du calcaire de Montabuzard me paraît devoir être tranchée dans le sens du *calcaire inférieur aux sables*. La question paléontologique est un peu plus complexe, mais semble bien confirmer cette donnée géologique. L'énumération de la faune de Montabuzard montre en effet : deux *Rhinocéros*, de taille à peine moyenne et de petite taille, plus proches du groupe indigène des *Aceratherium* que du groupe immigré des *Teleoceras* et des *Ceratorhinus;* le *Brachyodus*, trop douteux ici pour que je veuille faire un argument de ce rameau très ancien ; l'*Anchitherium*, une des premières espèces arrivées en masse dès le début du Miocène ; l'*Hyæmoschus*, venu peut-être par migration, mais représentant peut-être aussi l'évolution sur place des Tragulidés dont il est le dernier représentant en Europe ; le *Palæomeryx* de petite taille *(Micromeryx?)*, le *Procervulus*, le *Listriodon Lockharti*, sont des genres ou des espèces immigrés dès le début du Miocène.

Les Sables de Chitenay marquent également le début du Burdigalien dans le Blésois et ont été entraînés par les eaux fluviales dans les bas-fonds existant à l'une des extrémités du lac de Beauce, à peu près à la même époque où, à 60 kilomètres de là, achevaient de se déposer les derniers éléments du calcaire, plus ou moins mélangé de marne, de Montabuzard.

La faune de Chitenay comprend des animaux en général de petite taille, les uns indiquant l'évolution sur place de groupes déjà abondamment représentés dans l'Oligocène, à Saint-Gérand-le-Puy par exemple, — *Palæocherus*, *Steneofiber*, *Brachyodus*, *Palæomeryx* — les autres pouvant être regardés comme les avant-coureurs de la masse des immigrants venant peupler les vastes étendues laissées libres par la disparition du lac de Beauce — *Ceratorhinus, Micromeryx, Procervulus*.

Les Marnes du Blésois — Marnes de Suèvres, de Chevenelles, niveau marneux inférieur de l'Orléanais — se sont déposées soit en même temps, soit immédiatement après les sables de Chitenay. Les éléments de leur faune sont en étroite corrélation avec ceux de Montabuzard et de Chitenay. Je rappellerai, parmi les genres ayant évolué sur place : *Brachyodus*, *Stenogale*, *Palæogale?*, *Amphitragulus*, *Ruminants* de petite taille ; — et parmi ceux arrivés par migration : *Ceratorhinus*.

La faune des Sables de l'Orléanais proprement dits est d'origine assez complexe et certainement d'âge sensiblement différent suivant les gisements. Mais il me semble que chercher à établir, avec les pièces dont on peut disposer actuellement, une succession dans le temps des faunes particulières à chaque gisement, serait faire œuvre d'imagination, incertaine et prématurée. Il me paraît n'y avoir qu'une seule exception : les sables de Beaugency-Tavers qui me semblent marquer la transition du Burdigalien de l'Orléanais à l'Helvétien du Blésois — et encore convient-il de faire les plus grandes réserves.

J'indiquerai donc, en bloc, les deux groupes d'animaux — indigènes et immigrés — des Sables de l'Orléanais.

Dans le premier groupe — évolution sur place — se placent les genres : *Diceratherium*, *Aceratherium* (à Beaugency), *Amphitragulus*, *Palæomeryx*, *Amphimoschus*, *Palæocherus*, *Hyotherium?*, *Brachyodus*, *Steneofiber*, *Archæomys*, *Cricetodon*, *Myolagus*, *Galerix*, *Talpa*, *Amphicyon*, *Pseudocyon*, *Mustela*, *Lutra*, *Herpestes*, *Pseudælurus*, *Drepanodon ?*, *Hyænælurus ?*.

Dans le second groupe — migration — se trouve l'*Anchitherium*, équidé venu par migration probablement nord-américaine, et les nombreux genres arrivés par les très importantes migrations africaines ou africano-asiatiques : les Proboscidiens, *Mastodon*, *Dinotherium*, et certains Rhinocéridés, *Teleoceras*, *Ceratorhinus*, qui suffiraient à caractériser la faune burdigalienne de l'Orléanais dont ils sont les éléments les plus abondants et les plus anciennement connus ; puis ce sont les genres : *Hyæomoschus*, *Micromeryx*, *Procervulus*, *Chœrotherium*, *Listriodon* (bunodonte), *Pliopithecus*.

La découverte par M. Andrews, dans l'Oligocène d'Égypte, du *Palæomastodon*, ancêtre direct des Mastodontes miocènes d'Europe, est la signature de l'origine africaine d'une partie de la faune mammalogique des sables de l'Orléanais.

Les Marnes de l'Orléanais et les Sables de la Sologne sont à signaler ici, simplement au point de vue stratigraphique, car ces deux niveaux ne sont pas encore révélés fossilifères.

La faune de mammifères terrestres des Faluns de la Touraine et plus particulièrement du Blésois, a été, jusqu'à maintenant, confondue avec celle des Sables de l'Orléanais. L'opinion, exprimée par l'abbé Bourgeois, que les débris de mammifères des Faluns n'étaient autres que ceux des Sables de l'Orléanais, érodés par les vagues de la mer Helvétienne, a été acceptée sans contrôle et a fait foi depuis dans les ouvrages classiques.

Il en est résulté que dans la liste des mammifères fossiles de la région de Pontlevoy-Thenay, envoyée à P. Gervais par l'abbé Bourgeois (1), celui-ci les a énumérés en attribuant sans hésitation *aux seuls Sables de l'Orléanais, la totalité des débris recueillis indistinctement dans les sables et dans les Faluns*, tels qu'ils sont encore mélangés dans sa collection.

Malgré les obstacles apportés à mon étude des pièces de la collection Bourgeois, je crois avoir isolé dans la faune des Faluns un nombre d'espèces suffisant pour affirmer son individualité.

Sans doute, elle comprend un certain nombre d'espèces continuant celles des sables burdigaliens qui l'ont précédée, mais elle renferme aussi un certain nombre d'autres espèces qui n'ont jamais été rencontrées dans

(1) *Mammifères enfouis dans les terrains tertiaires moyens de l'Orléanais. (Zoologie et Paléontologie générales*, Paris, Bertrand, 1867-1869, p. 156).

les sables. Ce sont les suivantes : *Aceratherium tetradactylum*, *Teleoceras brachypus*, *Macrotherium grande Hyæmoschus crassus*, *Amphimoschus pontileviensis*, *Dicrocerus elegans*, *Dicrocerus anocerus*, *Antilope clavata*, *Listriodon latidens*, *Listriodon splendens*, *Steneofiber subpyrenaicus*, ? *Talpa*, *Amphicyon major*, *Mustela dissimilis*, *Proputorius*, sp., ? *Viverra sansaniensis*.

Je compare ces mammifères des Faluns à ceux des sables de l'Orléanais dans le tableau ci-après, tableau d'où se dégage avec évidence cette constatation que la faune des Faluns n'est pas la même que celle des Sables et a des affinités tout à fait différentes : celles de la faune des Sables de l'Orléanais vont vers Saint-Gérand-le-Puy et les autres gisements aquitaniens ; celles des Faluns, vont aux horizons du Miocène moyen de Sansan, de la Grive-Saint-Alban, de Simorre, de Villefranche-d'Astarac, de Steinheim, etc.

TABLEAU COMPARATIF

DE LA FAUNE DE MAMMIFÈRES DES SABLES DE L'ORLÉANAIS

ET

DE LA FAUNE DE MAMMIFÈRES DES FALUNS DE LA TOURAINE (BLÉSOIS)

Espèces.	Sables.	Faluns.
Singes anthropoïdes.		
Pliopithecus antiquus	+	+
Carnassiers.		
Amphicyon giganteus	+	?
Amphicyon major	?	+
Amphicyon aurelianensis, n. sp.	+	
Amphicyon, sp.	+	
Pseudocyon Depereti, n. sp.	+	
Stenogale aurelianensis	+	
Mustela Sainjoni, n. sp.	+	
Mustela dissimilis, n. sp.		+
Trochictis zibethoïdes, mut. *Noueli*	+	
Trochictis zibethoïdes, mut. *Florancei*		+
Polœogale Gervaisi	+	
Lutra, sp.	+	?
Proputorius, sp		+
Herpestes aff. *lemanensis*	+	
Viverra sansaniensis		?
Pseudælurus transitorius	+	
Pseudælurus quadridentatus	+	
Drepanodon palmidens	?	
Hyœnælurus, sp	?	
Insectivores.		
Galerix exilis	?	
Talpa, sp.		+

Espèces.	Sables.	Faluns.
Rongeurs.		
Steneofiber Depereti, n. sp.	+	
Steneofiber subpyrenaicus		+
Archœmys, sp.	?	
Cricetodon, sp.	?	
Myolagus, sp.	?	
Titanomys, sp.	?	
Proboscidiens.		
Mastodon angustidens	+	+
Mastodon turicensis	+	+
Mastodon pyrenaicus	+	+
Dinotherium Cuvieri	+	+
Dinotherium bavaricum	+	+
Anthracothéridés.		
Brachyodus intermedius, n. sp.	+	
Brachyodus onoideus	+	
Suidés.		
Chœrotherium pygmœeum	+	
Hyotherium Sœmmeringi	?	
Palœocherus aurelianensis	+	+
Palœocherus aff. *Waterhousi*	+	
Listriodon Lockhar	+	
Listriodon latidens		+
Listriodon splendens		+
Cervidés.		
Amphitragulus aurelianensis, n. sp.	+	
Micromeryx Flourensianus	+	
Palœomeryx Kaupi	+	+
Palœomeryx Garsonnini, n. sp.	+	
Palœomeryx, sp.		+
Amphimoschus artenensis, n. sp.	+	
Amphimoschus pontileviensis		+
Procervulus aurelianensis	+	+
Dicrocerus elegans		+
Dicrocerus anocerus		+
Antilope clavata		+
Tragulidés.		
Hyœmoschus, sp	+	
Hyœmoschus crassus		+
Équidés.		
Anchitherium aurelianense	+	+
Chalicothéridés.		
Macrotherium grande		+
Rhinocéridés.		
Diceratherium Douvillei	+	
Aceratherium cf. *tetradactylum*	+	
Acernatherium tetradactylum, mutation *pontileviensis*		+
Teleoceras aurelianensis	+	?
Teleoceras brachypus		+
Ceratorhinus tagicus, race *ligericus*	+	

L'une et l'autre faune pourtant nous indiquent de profondes transformations, se produisant dès le début du Miocène parmi les animaux peuplant alors nos régions. Les premiers singes apparaissent, qui seront suivis de migrations plus importantes d'anthropoïdes, en même temps que les divers rameaux zoologiques évolueront et aboutiront à nos animaux actuels.

On peut dire que, dès ce moment, se prépare nettement l'apparition de l'homme et les grands courants des migrations humaines (1).

Remarquons, en terminant, combien ces faits sont en contradiction avec certaines interprétations données aux éolithes et aux pseudo-éolithes tertiaires, lorsqu'on les regarde comme les produits de l'industrie humaine primitive. L'homme miocène a peut-être existé quelque part — en Afrique ou dans certaines régions de l'Océanie — mais quelle que soit la part que l'on doive faire au doute scientifique, rien, à l'heure actuelle, ne nous autorise à soupçonner sa présence dans nos régions durant les premières périodes de l'époque miocène, bien plus, cette présence serait en contradiction avec ce que peut nous apprendre l'étude attentive des mammifères vivant à cette époque lointaine.

Discussion. — M. Marcel Baudouin. — Il y a longtemps que je me suis fait les mêmes réflexions que M. Mayet, et que j'ai exécuté les mêmes recherches bibliographiques que lui. Cette enquête, dans l'état actuel de la science, *ne peut pas donner de résultat.* Mais ce n'est pas une raison pour ne pas croire, théoriquement au moins, jusqu'à preuve du contraire, à l'*Homme tertiaire*, ou à un précurseur. Pour mon compte, j'y crois pour une raison spéciale : la *merveilleuse technique* de certaines pièces *chelléennes.* Il n'est pas possible que l'emploi de la pierre ait débuté avec des outils ou des armes de ce fini et de cette valeur artistique.

D'un autre côté, on ne peut pas nier la valeur du *Silex taillé et utilisé* comme preuve de l'existence d'un être humain. Pourquoi cette preuve serait-elle bonne au Paléolithique ancien (chelléen, acheuléen, etc.), qui n'a pourtant pas donné encore de squelette humain, et ne le serait-elle plus à l'Éolithique ? On peut donc retourner l'argumentation de M. Mayet contre lui-même, puisqu'il n'apporte aucun document nouveau.

Notre collègue, s'appuyant sur la Paléontologie, dit qu'un petit Gibbon a été trouvé au *Miocène*, et tire de ce fait des conclusions, exagérées à mon sens. En effet, puisqu'au Quaternaire moderne un grand Gibbon est contemporain de l'Homme, pourquoi n'en aurait-il pas été de même pendant le Tertiaire ? On peut très bien supposer — surtout après ce qu'il vient de dire — qu'un *petit être, humanoïde* au moins, sinon un *petit homme*, était contemporain de son *petit Gibbon.* Le milieu devait être le même, quoi qu'on en dise.

En somme, on peut conclure que la communication et les remarques de notre confrère plaident au moins autant en faveur de l'Homme tertiaire que contre cette hypothèse, qui me paraît inéluctable et très défendable, scientifiquement parlant.

(1) Pour plus de détails, cf. Lucien Mayet : *Étude des mammifères miocènes des Sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine.* 1 volume in-8° de 340 pages avec 100 figures dans le texte et 12 planches hors texte comprenant 184 figures, in *Collection des Annales de l'Université de Lyon.* Paris, Baillière, édit., 1908.

M. V. COMMONT

Professeur à l'École Normale d'Instituteurs (Amiens).

L'INDUSTRIE DE L'AGE DU RENNE DANS LA VALLÉE DE LA SOMME
FOUILLES A BELLOY-SUR-SOMME

— 4 août —

Dans une étude, publiée en juillet 1907, dans le *Bulletin de l'École d'Anthropologie de Paris*, nous avons commencé une étude sommaire d'une industrie de la pierre à faciès magdalénien que nous avons récoltée dans la terre à briques en divers gisements de la vallée de la Somme. Cependant un point restait assez obscur dans notre esprit. Pourquoi ces lames paléolithiques, le plus souvent à patine d'un blanc bleuâtre, voisinaient-elles parfois avec l'industrie néolithique ?

Une étude minutieuse des limons exploités comme terre à briques et des fouilles faites en différents points de la vallée nous ont donné la solution de ce problème.

Assez souvent, le limon supérieur du quaternaire, exploité comme terre à briques, se divise en deux parties peu différentes d'aspect : la zone inférieure A *(fig. 1)* résultant de l'altération de l'ergeron (décalcification, suroxydation, végétation) peut être en place, ainsi que nous l'avons observé aux briqueteries Bultel et Tellier à Saint-Acheul ; alors c'est dans ce dépôt, non remanié, que gisent les lames à faciès magdalénien. La zone supérieure A′, constituant la terre végétale et résultant d'apports ultérieurs successifs, renferme l'industrie néolithique et celles qui l'ont suivie jusqu'à nos jours.

Mais, d'autre part, et nous l'avons déjà signalé, il peut arriver, sur les pentes, que l'érosion ait complètement délavé la surface de l'ergeron à bancs et enlevé le limon supérieur d'altération, transporté ainsi plus bas. Plus tard, par suite des mêmes phénomènes, ce dépôt A a été remplacé par des apports de limon semblable venu de plus haut. Ce dépôt, plus récent, peut avoir le même aspect physique et la même composition que celui plus ancien qu'il a remplacé ; il s'en distingue cependant par les caractères suivants : 1° il n'y a pas de zone de transition entre ce limon et l'ergeron ; 2° la ligne de séparation entre ces deux dépôts est fort nette ; 3° le limon A′ est moins compact que le limon A. La terre à briques exploitée sur le versant sud de la vallée, à Montières est un exemple de cette formation. Au contraire, à Saint-Acheul, en certains points du plateau, à Bancs, à Renancourt, une partie du limon d'altération de l'er-

geron est restée en place et on peut parfaitement observer la zone de transition entre les deux formations.

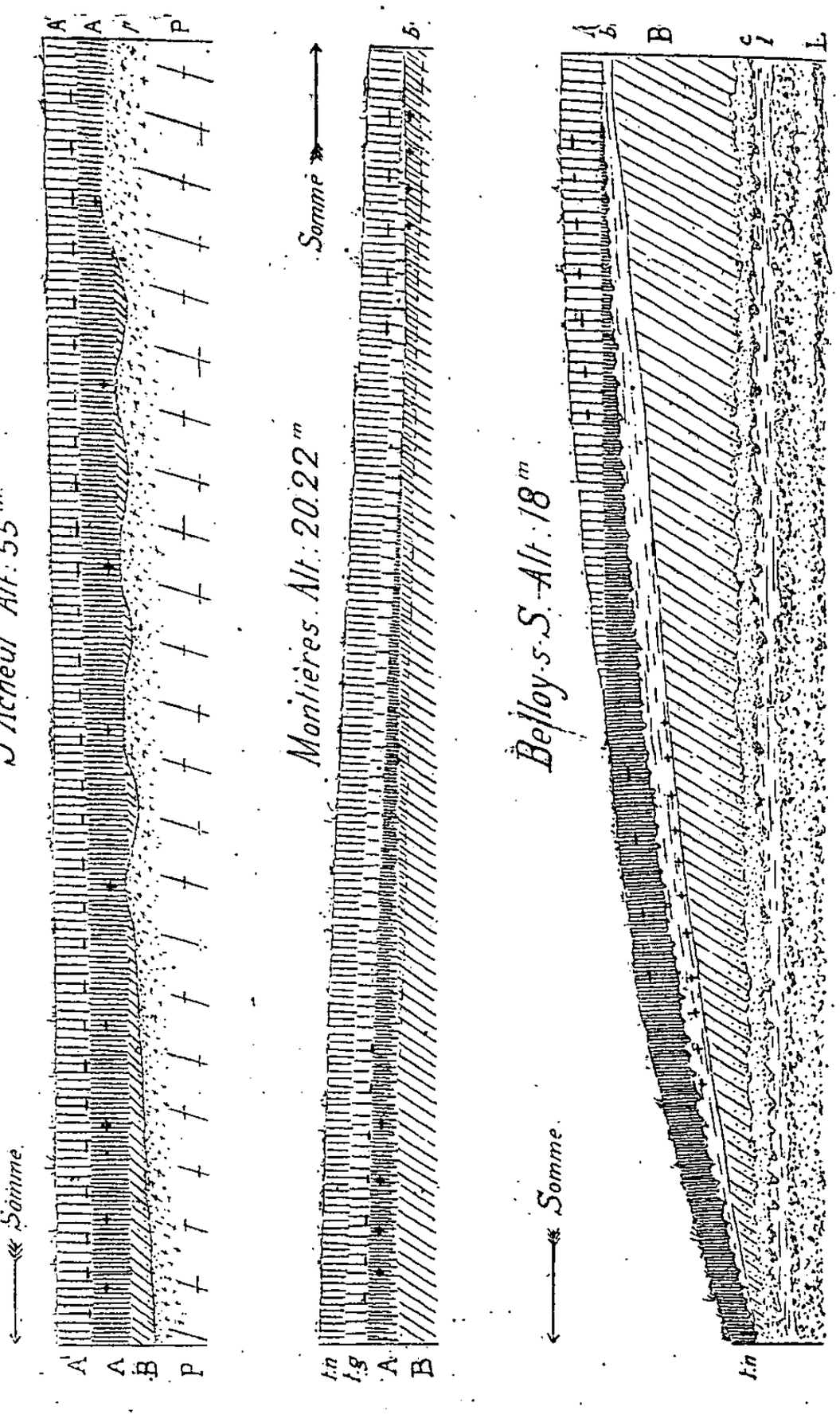


Fig. 1.

On comprend alors qu'on puisse trouver, dans la couche A' (limon supérieur remanié), les restes d'industries diverses, depuis l'époque néolithique jusqu'aux époques historiques récentes (éclats d'obus de 1870) et que la couche A (limon supérieur ou lehm d'altération en place) puisse renfermer une industrie beaucoup plus ancienne. On remarquera aussi toute la difficulté qui existe pour établir la stratigraphie des industries humaines dans ces formations et qu'on peut commettre de grosses erreurs

dans l'appréciation de l'âge à leur attribuer, si l'on ne tient compte que de l'épaisseur des dépôts qui les surmontent.

Le limon supérieur non remanié A. a une épaisseur qui varie selon : 1° sa situation, pente très faible ou rapide ; 2° le degré d'altération de l'ergeron ; 3° l'érosion subie depuis ou pendant sa formation.

Les lames paléolithiques qu'il renferme, s'y trouvent donc à des profondeurs variables, parfois même elles voisinent avec l'industrie néolithique.

C'est ainsi qu'à Montières (marais d'Etouvy) (1), dans deux petites fouilles faites en septembre 1907, la première en compagnie de M. Delambre, la deuxième avec M. H. Breuil, nous avons trouvé associés des éclats et grattoirs néolithiques en silex brun ou jaune, avec des lames fortement patinées de bleu, de facture magdalénienne ; les uns et les autres gisaient à la limite de la partie supérieure du limon A, non remanié *(fig. 1)* recouvert par deux autres dépôts : une couche de terre grise de marais (t. g,) et une autre plus brune devenant noire à mesure qu'on se rapproche du fleuve (t. n.) ; l'ensemble des trois couches : A, t. g., t. n., et la partie superficielle de l'ergeron B étant exploités comme terre à briques.

A peu de distance, en bordure même de la Somme, la terre à briques A n'existe plus et la terre tourbeuse brune recouvre directement l'ergeron. Alors, nous avons récolté des lames magdaléniennes sur l'ergeron et l'industrie néolithique (jolis petits tranchets en silex jaune) dans la terre noire.

Il semble donc rationnel de s'imaginer que, primitivement, les lames magdaléniennes étaient situées dans la partie supérieure de l'ergeron: Plus tard, ce dépôt, en s'altérant, a donné naissance au limon supérieur A à bancs, exploité comme terre à briques, et lorsque ce dépôt est resté en place, il renferme les débris de silex de cette industrie paléolithique.

Types nouveaux trouvés dans la terre à briques l'hiver 1907-1908, à Renancourt. (Voir *fig. 2, 3, 4, 5*). — Nous présentons quelques-uns des types d'instruments récoltés l'hiver 1907-1908 pendant l'extraction de la terre à briques.

Mais ces instruments paléolithiques sont toujours fort rares et il nous a fallu de longues recherches pour nous en procurer une série.

Par contre, le gisement de Belloy-sur-Somme nous a permis d'étudier plus complètement cette industrie spéciale à notre région.

Fouille à Belloy-sur-Somme. — Le gisement de Belloy-sur-Somme se trouve en bordure du marais au lieu dit « la Plaisance », probablement à cause d'une petite source qui jaillit au pied du coteau et s'écoule dans les

(1) A Montières (Etouvy), en bordure immédiate du fleuve, la terre à briques ancienne, non remaniée A, nous paraît être encore de formation différente. Cette terre est très grasse, glaiseuse, disent les ouvriers ; c'est une alluvion de rive dont les éléments sont ceux de l'argile à silex dont nous aurons l'occasion de reparler.

« entailles » (1) voisines. Les habitants du pays viennent y puiser l'eau fraîche et limpide qui, disent-ils, peut-être bue abondamment sans causer de mal. Une petite construction élevée par la comtesse de La Rochefoucauld sur la source même, protège l'eau des souillures.

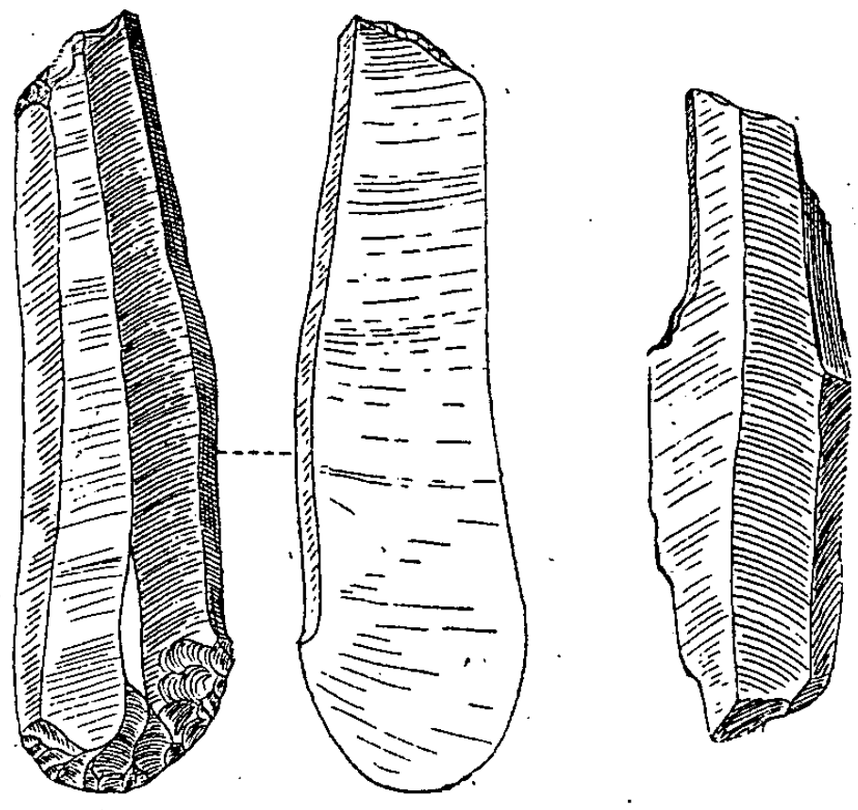


FIG. 2. — Burin sur angle de lame et grattoir à l'autre extrémité.

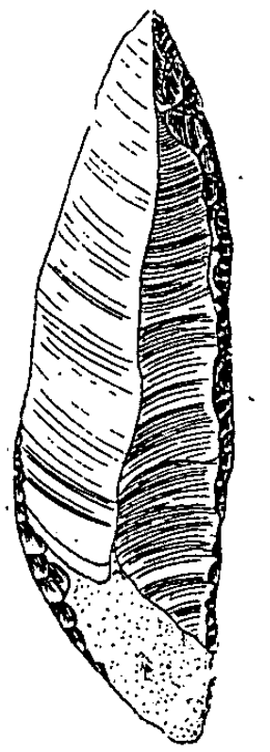


FIG. 3.
Double burin typique.

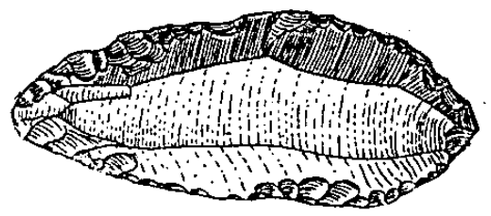


FIG. 4. — Lame à arête latérale abattue.

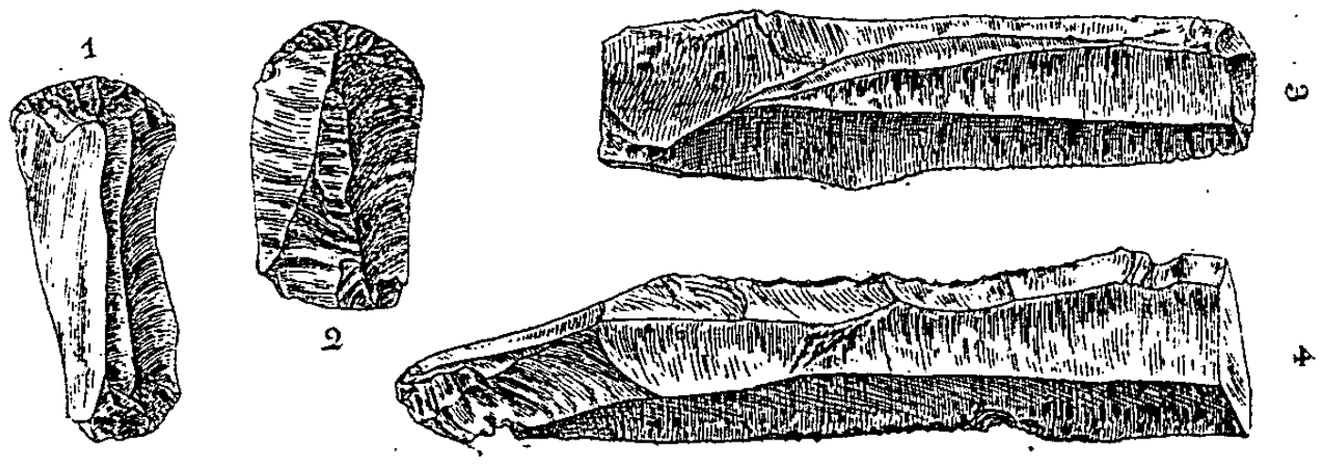


FIG. 5. — Lame épaisse retouchée sur tout le pourtour.

Découverte du gisement. — M. Marquis, d'Amiens, en passant le long du Marais avait recueilli, en surface, après les labours d'automne, des lames bleues qu'il montra à M. Delambre, conservateur du Musée d'Amiens. Celui-ci, après examen, les attribua à l'époque magdalénienne.

(1) Étangs poissonneux formés par d'anciennes tourbières.

Avec M. Delambre, nous allâmes, plusieurs années consécutives, récolter en automne bon nombre de ces lames. En 1905, nous fîmes, en septembre, quelques petites fouilles et nous découvrîmes des amas de lames et d'éclats à la partie supérieure de l'ergeron, sous la terre noire cultivée.

L'année dernière, en 1907, après avoir été autorisés par les propriétaires des champs dans lesquels s'étend le gisement, nous avons pu faire une fouille plus importante ; des instruments caractéristiques ont permis de déterminer exactement le gisement de cette industrie.

Pendant deux jours consécutifs, nos sondages préliminaires ne nous donnèrent rien. Le troisième jour une fouille commença à nous donner des lames. Je décidai de continuer nos travaux en ce point.

Une tranchée de 10 mètres de long sur 1 mètre de large fut ouverte sur une profondeur de 40 centimètres. Nous enlevâmes d'abord à la bêche la terre noire de marais pour mettre à nu le limon jaune qui fut enlevé ensuite à son tour jusqu'à 40 centimètres de profondeur. *(V. coupe, fig. 1.)*

Nous opérâmes ensuite en fouillant successivement des bandes semblables parallèles sur une surface de 200 mètres carrés.

La partie superficielle de la couche B est formée d'un limon blanc sableux calcaire *b*, parfois très dur, avec des pénétrations de terre noire dues à la végétation ; au-dessous se trouve un limon jaune sableux grossier (ergeron).

L'épaisseur du limon blanc varie de 20 à 40 centimètres et nous avons trouvé l'industrie dans cette couche à des profondeurs variables : 10, 20 et 30 centimètres.

En effet, dans la partie inférieure du gisement, la terre noire est moins épaisse : constamment entraînée par les pluies après les labours, elle est descendue peu à peu, par suite de la déclivité du sol, vers le marais. En cet endroit, la charrue atteint parfois le limon jaune et ramène à la surface les lames que nous avons pu récolter les années précédentes.

Dans la partie nord du gisement, la terre noire plus épaisse protège la couche sous-jacente où nous avons retiré des lames à 30 et 40 centimètres de profondeur.

En quelques rares endroits, nous avons récolté des lames à deux niveaux différents à 20 centimètres environ de distance ; les lames retirées plus profondément dans le limon blanc sont à patine presque entièrement blanche.

Lames et éclats sont rassemblés en nombre sur de petites aires circulaires marquant l'emplacement où les rognons de silex ont été taillés, car nous avons pu trouver des éclats de débitage s'adaptant exactement dans les creux laïssés après leur enlèvement sur des nucléï en cours de taille, incomplètement débités.

De même, nous avons récolté des lames cassées dont les tronçons trouvés au voisinage l'un de l'autre se raccordent exactement.

Sur certains de ces emplacements, on a débité exclusivement de grands éclats, ainsi que le prouvent les nucléi à différents degrés de débitage et les débris avoisinants ; par contre, d'autres ateliers ont donné soit exclusivement des grandes lames, soit des petites lames.

Ces aires à industrie sont espacées très irréguliérement sur une zone ayant environ 20 mètres de largeur et de direction nord-oust, sud-ouest parallèle à l'ancienne rive du fleuve.

Dans les espaces intermédiaires, on ne trouve que quelques lames éparses ; avec nos deux ouvriers nous avons parfois fouillé deux jours consécutifs sans trouver trace d'industrie.

Foyers. — Nous avons récolté des silex craquelés par le feu et observé des couches de terre grisâtre (restes de cendres peut-être ?) mais nous n'avons pas trouvé de foyers bien nets, ni de débris charbonneux.

INSTRUMENTS. — *Nucléi.* — Les nucléi sont de deux sortes : ceux très gros, sur lesquels ont a enlevé exclusivement de grands éclats et ceux sur lesquels on a débité des lames. Il en est de très grands : 20 à 25 centimètres de long sur 8 à 12 centimètres d'épaisseur ; par contre, il s'en trouve de très petits 5 à 8 centimètres sur quelques centimètres d'épaisseur. Quelques-uns de ces derniers ont été utilisés et présentent une ou plusieurs de leurs arêtes écrasés, ou encore une des arêtes transversale ou latérale a été régularisée par l'enlèvement de petits éclats pour donner une sorte de gros grattoir nucléiforme.

Percuteurs. — Nous avons récolté des rognons de silex naturel sphériques de 10 à 15 centimètres de diamètre dont quelques-uns ont été utilisés pour la percussion ainsi que le prouvent les esquilles enlevées sur plusieurs points de la surface. Quelques-uns sont encore intacts et sont encore recouverts de leur croûte ; d'autres ont été utilisés, mais pendant très peu de temps ; parfois le choc les a fendus en deux parties. Des nucléi ont aussi été employés à cet usage aux deux extrémités et sur les côtés.

Matière utilisée. — Les rognons de silex utilisés pour la taille sont le plus souvent à croûte rose et à pâte noire très homogène. Ce sont des silex de la craie qui affleure à peu de distance dans un ravin sec aboutissant à la Somme près Yzeux. Rarement, ils sont en silex gris ou jaune.

Lames non utilisées. — Un grand nombre de lames n'ont pas été utilisées ; il est probable que les tailleurs de silex les débitaient sur les emplacements que nous avons découverts et les emportaient ensuite pour les retoucher et en fabriquer des outils.

Ces lames de toutes dimensions témoignent d'une grande habileté de taille : *(fig. 8)* (1, 2) les plus grandes mesurent 15 à 20 centimètres de long ; exceptionnellement, elles atteignent 22, 24 et même 26 centimètres. Les lames moyennes mesurent de 8 à 15 centimètres et il est de petites lamelles de 4 à 8 centimètres.

INSTRUMENTS CARACTÉRISTIQUES. — *Grattoirs* sur bouts de lames *(fig. 5)* (1, 2, 3). Ces instruments sont fort rares, nous en avons recueilli une douzaine bien typiques. Un certain nombre de lames à bout abattu portent une retouche sur les angles de l'arête transversale qui les a transformés en grattoirs à bout carré. Nous avons tous les intermédiaires entre le grattoir à bout rond et la lame à bout abattu beaucoup plus commune.

Lames à bout abattu intentionnellement (fig. 5 et 6). — Bon nombre de lames ont eu une de leurs extrémités abattue intentionnellement pour obtenir une

arête transversale en biseau, bien nette, tantôt perpendiculaire aux arêtes latérales, tantôt oblique. Dans ce dernier cas, on a une sorte de burin d'angle.

Ces lames n'ont pas été cassées accidentellement, ainsi qu'en témoigne la cassure toujours nette obtenue par un choc donné de la même manière, et ayant produit fréquemment le même biseau oblique. Ces lames sont toujours, d'ailleurs, de très belles lames, choisies parmi les plus solides (de 1 centimètre à 1cm,5 d'épaisseur). Nous avons pu recueillir des lames qui se raccordent *(fig. 6)*. Le plus souvent, c'est la partie qui porte le bulbe de percussion qui a été enlevée, le tronçon restant portant sur l'arête transversale des traces d'utilisation. Il est probable que ces lames à bout carré ont servi à râcler; parfois des écrasures des arêtes latérales en assurent la préhension *(fig. 4 et 5)*.

Celles dont la section est oblique ont pu être utilisées pour leur pointe. Il semble que ce soit là un acheminement vers le burin véritable.

Lames dont le bulbe est enlevé partiellement. — Sur d'autres lames, le bulbe est enlevé partiellement par l'enlèvement de petits éclats résultant de coups donnés perpendiculairement au plan de frappe. Nous avons vu des lames semblables dans les séries provenant de différentes stations de la Dordogne.

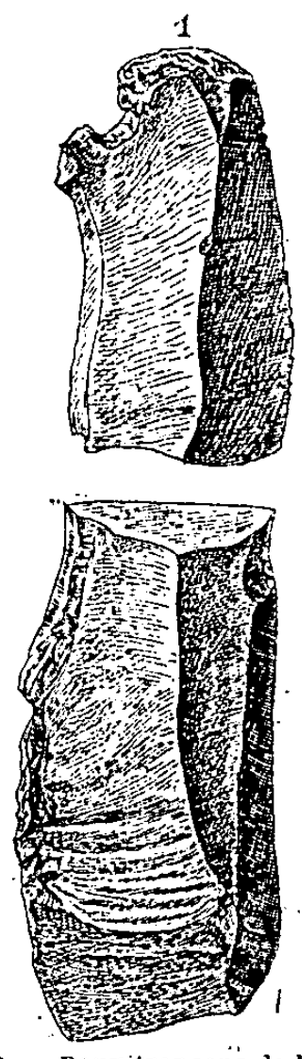


FIG. 6. — Deux tronçons de lame, brisée intentionnellement.

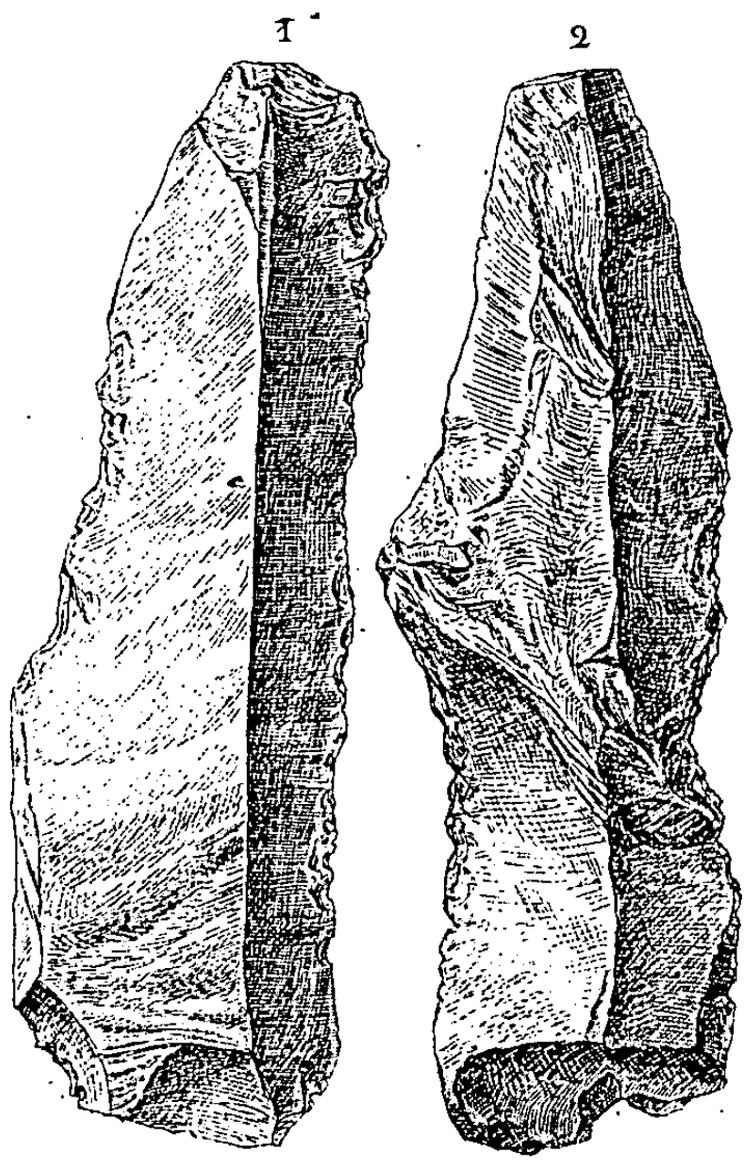


FIG. 7. — Lame à arêtes latérales complètement écrasées ; 2. lame-couteau avec écrasures pour la préhension.

Lames à arêtes latérales écrasées. — Un bon nombre des lames présentent des écrasures latérales, tantôt sur une arête, tantôt sur les deux. Nous les avons déjà étudiées précédemment (1). Nous estimons que, le plus souvent, cette opé-

(1) *Revue de l'École d'Anthropologie*, juillet 1907.

ration a eu pour but de faciliter la préhension des lames dont la partie tranchante était utilisée comme couteau. On peut y voir aussi dans certains cas des retouchoirs ou des planes *(fig. 9)* (1, 2, 3).

Lames allongées, lancéolées, sans retouches. — Un certain nombre de lames solides, lancéolées ont dû être préparées pour armer l'extrémité d'un bâton, flèche, sagaie ou lance.

Nos fouilles ultérieures nous renseigneront peut-être davantage à ce sujet *(fig. 6)* (1, 2).

Grands éclats débités intentionnellement et utilisés. — Nos tailleurs de silex

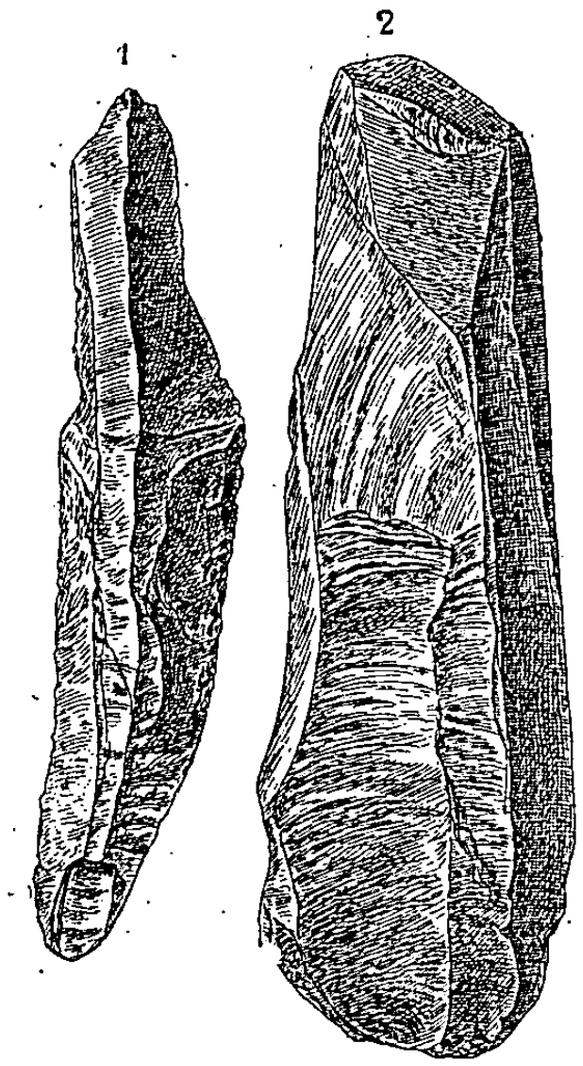


Fig. 8. — 1. Petite lame avec arête, écrasée en partie au couteau ; 2. Très belle lame avec biseau tranchant terminal.

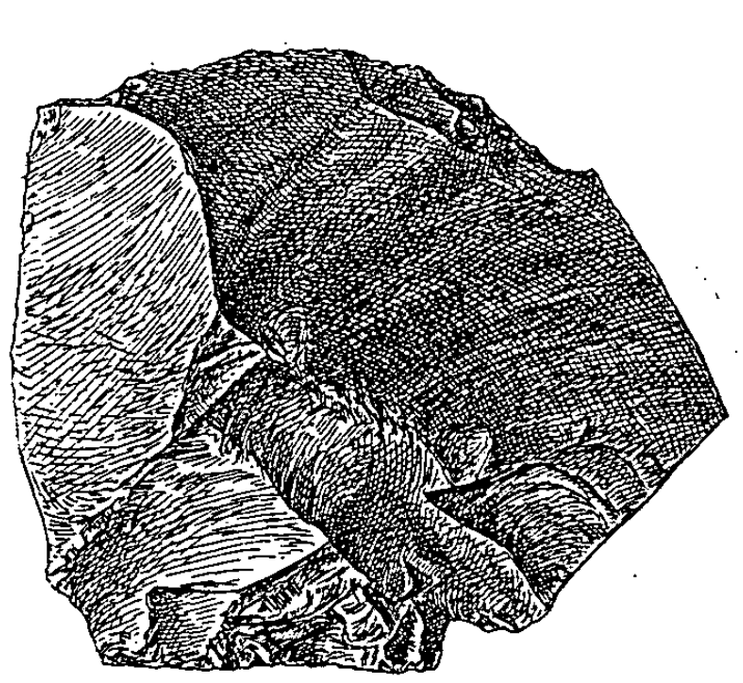


Fig. 9.

n'avaient pas encore abandonné complétement le débitage de grands éclats à la mode moustérienne. Ces éclats servaient de tranchets et de racloirs. Fréquemment, un coup très habilement porté en tronçonnait l'extrémité en un biseau droit ou

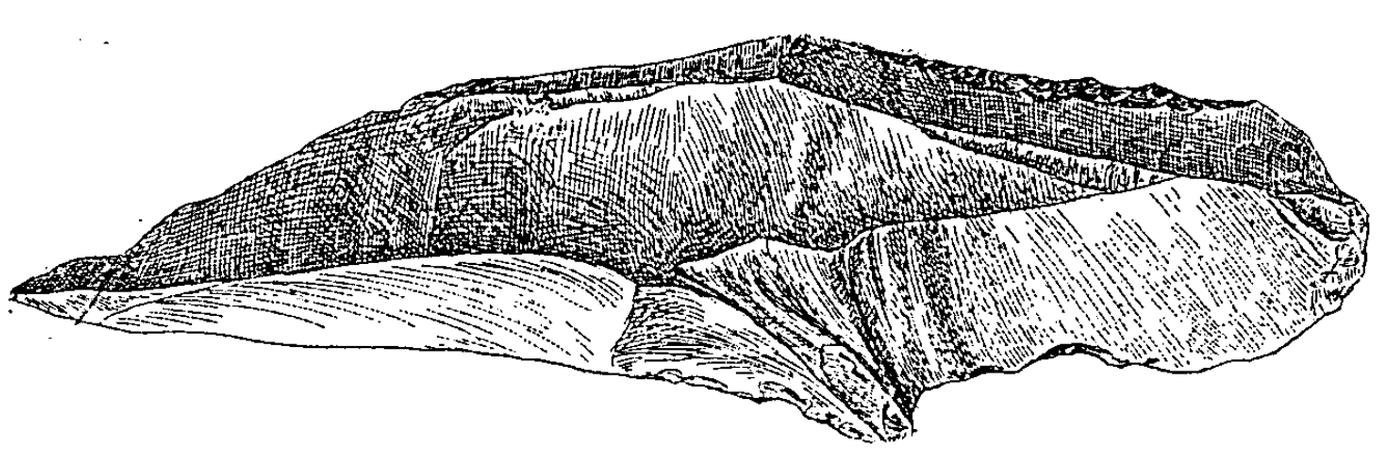


Fig. 10. — Poignard.

circulaire *(fig. 9)* (2) donnant ainsi un outil très tranchant et de confection facile. Nous avons de ces éclats très grands 15 et 20 centimètres de longueur et pesant plus de 500 grammes. La plupart de ces outils portent des traces d'utilisation.

Instruments spéciaux. — Une très forte lame a eu l'extrémité abattue en

biseau circulaire, puis retouchée grossièrement. Les arêtes latérales écrasées à peu de distance de l'extrémité de l'outil assurent une préhension solide à pleine main.

Fig. 10. Une grande et forte lame, à section triangulaire très aiguë, présente des retouches sur l'arête droite et un grand éclat a été enlevé sur le côté gauche pour assurer la préhension. Faut-il voir dans cette belle lame un couteau propre à dépecer un grand animal ou une arme : poignard ou dague ?

Utilisation de l'outillage. — L'abondance des grandes lames et des grands éclats propres à trancher ou à ràcler nous fait penser à une population vivant des produits de la chassé des grands animaux et préparant leurs peaux à divers usages. Il est fort probable que ces outils étaient également utilisés au travail du bois. Les documents concernant leurs armes nous manquent.

Faune. — Malheureusement, les débris fauniques sont mal conservés. Assez abondants, ils sont le plus souvent dans un état de décomposition qui les rend indéterminables. Les ossements les plus abondants sont ceux du cheval, dont nous avons recolté bon nombre de molaires ; viennent ensuite des débris de grands bovidés assez communs et quelques os longs de cervidés, une molaire de sanglier. Dans le même limon blanc de gros Hélix (Helix nemoralis Müll. et helix hortensis Müll.) sont assez communs.

Mais la faune de l'ergeron du nord de la France est bien connue (spermophile, rhinoceros tichorhinus, cheval, bœuf, renne, mammouth, hæyna spelæa, etc.) et nous pouvons admettre que les tailleurs de silex de Belloy étaient contemporains de ces animaux.

CONCLUSION

Les hommes qui ont taillé les lames que l'on trouve à la base de la terre à briques à Saint-Acheul, Montières, Renancourt ou à la partie supérieure de l'ergeron à Belloy, vivaient à une époque relativement froide qui devait avoir quelque analogie avec le climat qui règne actuellement dans les contrées septentrionales de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique du Nord ; le sol devait être couvert de steppes et de forêts.

Campées sur les rives de nos cours d'eau, ces tribus chassaient le renne et le bison ; elles se nourrissaient de leur chair, préparaient leurs peaux pour s'en confectionner des vêtements. Ces hommes connaissaient le feu, mais, étant donné le peu de renseignements que nous possédons sur leurs armes, l'absence complète d'instruments en os ou bois de renne, de gravures, etc., nous ne pouvons les assimiler aux Magdaléniens de la Vézère. Il semblerait plutôt que cet outillage se rapproche du solutréen (1) par la forme, l'abondance du cheval dans le gisement de Belloy nous incite à cette opinion.

Attendons des renseignements plus complets avant de conclure.

Discussion. — M. Marcel Baudouin. — Je suis très frappé par ce que vient de

(1) C'est aussi l'opinion de M. A. de Mortillet et des membres de la Section d'Anthropologie présents, lorsque nous avons fait notre communication : MM. Cartailhac, M. Baudouin, Girod, Coutil.

dire M. Commont, relativement à la *haute terrasse* de Saint-Acheul. Cela me rappelle ce qui existe en Vendée dans les pénéplaines et le limon de nos plateaux. Il est probable qu'une partie de ces dépôts résultent de la *décalcification de couches anciennes* et que, par suite, il est inutile d'y rechercher des silex taillés puisqu'il ne s'agit pas là de quaternaire, comme on l'a cru longtemps.

Je suis tout à fait de l'avis de notre collègue, en ce qui concerne le *Chélléo-moustérien*. Il n'est pas possible qu'on conserve ce terme qui n'est pas défendable. En effet, le Chelléen a une faune chaude, le Moustérien une faune froide. Or, ce qu'on a appelé le chelléo-moustérien n'a pas une faune *intermédiaire*. De plus, les tailles chelléenne et acheuléenne sont très différentes de la Moustérienne, au point de vue technique. On confond les mélanges de pièces moustériennes et chelléennes et des deux faunes ; mais on ne connaît pas de gisement *moustérien*, avec une faune exclusivement chaude.

M. Félix REGNAULT

Docteur en Médecine, ancien Interne des Hôpitaux (Paris).

ACTION DU MUSCLE TEMPORAL SUR LA FORME DU CRÂNE

— 4 août —

Le muscle temporal a une grande importance en morphogénie osseuse.

Dès 1857, Fick, en enlevant ce muscle à des animaux vivants, et en étudiant les modifications consécutives des os ; reconnut qu'il déprimait la boîte crânienne. Wolf, à la fin du XIX^e^ siècle, nia que les muscles pussent comprimer directement les os, cette opinion eut un moment cours dans la science. A partir de 1893, j'étudiai de nombreuses pièces pathologiques dans lesquelles le muscle avait creusé l'os. Sur des crânes de vieillards notamment, la fosse temporale était profondément creusée antérieurement ; cette forme était due au peu de résistance de l'os à la pression du muscle. Une déformation semblable existait sur un crâne d'hydrocéphale ; le muscle avait résisté à la poussée du crâne en dehors (1). En 1903, mon collègue et ami M. Anthony reprit, en les précisant, les expériences de Fick (2) : il prouva que le muscle temporal s'oppose à la poussée en dehors du cerveau, qu'il creuse la fosse temporale, qu'il écarte les arcades zygomatiques.

Les résultats obtenus, pour importants qu'ils soient, ne sont pas encore complets ; je me propose d'y ajouter quelques faits nouveaux.

Le muscle temporal modifie la forme de la boîte crânienne, non seulement comme il a été démontré, en comprimant les os du crâne, mais encore en comprimant les sutures. Les sutures couvertes par ce muscle sont simples, peu dentelées, ce qui marque un faible développement des

(1) Dr Félix Regnault : *Forme excavée de la fosse temporale, Société Anatomique,* octobre 1896, p. 717 et Dr Félix Regnault : *Action du muscle temporal sur l'endocrâne. A propos du procès-verbal. Bulletin de la Société d'Anthropologie,* 1901, 4 juillet.

(2) *Bulletin Société d'Anthropologie,* 1903, p. 119 et suiv.

os. Quand la suture coronale, au-dessus du point stéphanique, n'est plus en contact avec le muscle, elle présente aussitôt de nombreuses dentelures.

Le muscle temporal forme sur le crâne humain la ligne temporale. Il tend l'aponévrose temporale, d'autant mieux qu'il est toujours gonflé par une contraction permanente; l'aponévrose tire sur l'os à sa ligne d'insertion et le fait saillir. Il existe une autre ligne temporale inférieure, à la limite d'insertion du muscle; elle est souvent peu nette, et ne se distingue alors que par la différence d'aspect de l'os. Les mammifères ont, à leur naissance, un muscle temporal mince et peu étendu; les mouvements de succion sont faibles et peu amples. Puis les dents apparaissent, la nourriture change, le muscle temporal s'étend et s'épaissit, les mouvements de la mandibule deviennent plus amples et plus puissants, la ligne temporale apparaît et s'élève peu à peu sur le crâne. Chez plusieurs carnassiers, elle atteint la suture sagittale, les deux aponévroses prennent contact, s'unissent, leur traction sur la suture où l'activité ostéogénique est grande, produit la crête sagittale. On ne doit pas s'étonner que la crête sagittale ne se forme qu'après la naissance, elle se produit lorsque les deux muscles temporaux entrent en contact. Au contraire, si le bréchet des oiseaux apparaît pendant la période fœtale, c'est que les muscles pectoraux sont contigus dès cette période.

Chez l'homme, la ligne temporale reste basse sur les crânes des races civilisées; elle s'élève sur ceux des races sauvages. Sur certains crânes, elle peut arriver très près de la suture sagittale. Il ne suffit pas, pour apprécier l'étendue du muscle temporal, de mesurer, comme on l'a fait, la distance entre la ligne temporale et la suture ou encore la distance entre les deux lignes, il faut connaître le rapport entre la distance A de la ligne temporale supérieure à la suture sagittale et la distance B de cette suture au trou auditif. Soit : indice $= \frac{A \times 100}{B}$, j'ai pris cet indice sur quelques crânes, je les donne à titre d'indication :

5	Botocudos.	Indice =	30,9
25	Néo-Hebridais et Néo-Calédoniens . . .	—	36,7
7	Groenlandais	—	33
32	Bengalis	—	41,1
37	Savoyards.	—	42,6

Quand le muscle temporal est étendu et puissant, il comprime fortement et sur une grande surface les parois latérales du crâne, celui-ci offre une particularité connue des craniologues. La portion du crâne située de chaque côté de la suture sagittale, entre les deux muscles temporaux, est saillante et comme enflée.

Cette saillie est due à la fois à l'expansion de la boîte crânienne, qui fait bomber la portion supérieure des os pariétaux non comprimés par les muscles temporaux, et à l'épaississement osseux qui se produit le long de

la suture sagittale. Mais on n'observe pas chez l'homme de crête sagittale comme chez les carnassiers.

Les muscles temporaux, en comprimant le crâne, empêchent-ils le développement de l'intelligence; l'homme civilisé est-il plus intelligent que le primitif parce qu'il se nourrit d'aliments alibiles et que ses muscles temporaux sont faibles? Cette théorie ne tient pas compte de l'expansion cérébrale compensatrice. Sur les crânes qui ont des soudures prématurées, le cerveau est comprimé d'une façon bien plus intense; pourtant, grâce à l'expansion compensatrice, des individus scaphocéphales, acrocéphales... ont eu une grande intelligence.

Il faut analyser l'action physiologique du muscle temporal (1). Les mouvements dus au muscle temporal doivent être considérés relativement à leur puissance et relativement à leur amplitude. Un muscle temporal épais fournit des mouvements puissants, un muscle temporal étendu fournit des mouvements amples. Bien qu'en général, sur les crânes humains, l'amplitude et la force du muscle temporal coïncident, il n'en est pas toujours ainsi. Quelques crânes, malgré des lignes temporales très élevées, ne présentent point de saillie de la région sagittale, ni de compression des régions latérales, c'est que leurs muscles temporaux sont étendus, mais faibles.

En second lieu, l'action du muscle temporal diffère suivant que l'on considère ses portions antérieure, moyenne ou postérieure. Les fibres moyennes tirent la mandibule en haut, les postérieures la tirent en arrière, les antérieures la tirent en haut et un peu en avant. Suivant le mode de nourriture et de mastication, une de ces portions peut se développer davantage et exercer une pression spéciale sur la paroi crânienne.

Le muscle temporal postérieur existe seul, chez les rongeurs et les ruminants, chez qui il forme une dépression allongée. Les carnivores et le gorille ont un muscle temporal étendu et puissant en ses trois portions. La portion postérieure, en prenant contact avec les muscles de la nuque, produit la crête occipitale, par le même mécanisme que celui précédemment indiqué pour la crête sagittale. Chez les races humaines rhizophages, la puissance des fibres postérieures du muscle temporal se reconnait à la longueur et à la saillie de la crête sous-temporale, à la largeur de la racine de l'apophyse zygomatique; la longueur de ces fibres porte la ligne temporale très en arrière, sans atteindre pourtant le bourrelet occipital. Mais, sur un crâne brachycéphale à temporaux étendus et puissants comme celui du Turcoman numéro 1.572 du musée Broca (indice céphalique 82), la distance entre les lignes temporale et occipitale est moindre et leur jonction se fait comme chez le gorille. Pour juger de l'action du muscle temporal postérieur, j'ai mesuré la distance C entre les deux lignes temporales

(1) L'étude de l'apophyse coronoïde complète nos données sur le muscle temporal. Nous ne l'entreprendrons pas ici, elle a déjà été faite, notamment par César Biondi.

en arrière et je l'ai comparée à la distance M entre les deux apophyses mastoïdes. Voici quelques chiffres, je les donne à titre d'indication :

	Distance M entre les deux apophyses mastoïdes.	Distance C entre les deux lignes temporales en arrière.
25 Néo-Calédoniens.	91	77
32 Bengalis	102	93
35 Bavarois	107	105

La différence entre C et M, si grande chez les Néo-Calédoniens, indique la force de compression du muscle temporal en arrière. Dans la même race, ce muscle comprime, diminue et souvent efface la saillie des bosses pariétales ; celles-ci, saillantes chez les jeunes sujets, sont peu ou point apparentes chez l'adulte.

Le muscle temporal antérieur, très puissant chez les carnivores, amène chez eux (comme l'ont prouvé les expériences de MM. Fick et Anthony), la disparition de la paroi postérieure de l'orbite, et l'écartement de l'os malaire qui fait saillie en avant ; il creuse profondément la fosse temporale dans sa portion antérieure, et produit une saillie marquée de la crête frontale. Certaines races humaines, surtout carnivores, les Botocudos, et quelques tribus indiennes de l'Amérique, ont une fosse temporale profondément creusée dans sa portion antérieure, formée par le sphénoïde ; cette dépression, qui contraste avec la saillie de l'os temporal en arrière, se prolonge en haut vers le ptérion ; la crête frontale est très forte, les os malaires font saillie en avant ; à l'orbite, l'apophyse marginale de l'os malaire est très saillante. Mais le muscle temporal antérieur, bien que puissant, est peu étendu : la crête frontale ne monte pas haut, et le stéphanion est peu élevé. Au contraire, chez les races rhizophages, les Néo-Calédoniens, les Néo-Hébridais..., le muscle temporal n'est pas plus puissant dans sa portion antérieure que dans sa portion moyenne : car la fosse temporale est, dans sa portion sphénoïde, sur le même plan ou à peu près que dans sa portion temporale. L'apophyse marginale de l'os malaire est faible. Cette portion antérieure est étendue, car la crête frontale monte haut et le diamètre frontal minimum est élevé sur le front ; le stéphanion est haut sur la suture coronale.

L'action des muscles temporaux donne aux crânes des caractères spéciaux qui s'ajoutent à la forme générale du crâne. Chez les Néo-Calédoniens notamment, certains caractères : forme en carène, aplatissement des parois latérales, faible saillie des bosses pariétales, élévation du diamètre frontal minimum... s'ajoutent à la dolichocéphalie et donnent au crâne un type particulier. Ces caractères me semblent provenir de la compression du muscle temporal si développé et développé d'une façon si spéciale dans cette race.

M. Emile MARIGNAN
Docteur en Médecine (Marsillargues) (Hérault).

PRÉSENTATION DE SILEX D'UNE STATION FLÉNUSIENNE DU GARD

— 5 août —

Le territoire de la commune de Salinelles (Gard), dans la vallée du Vidourle, est constitué par des marnes argileuses rouges et jaunes du lacustre éocène, dont la formation s'étend sur un grand espace, en contact avec le terrain néocomien.

Le silex pyromaque, en plaques ou en rognons ovoïdes, abonde dans cette assise.

Les champs qui avoisinent le village, surtout au nord, entre le temple protestant et la ferme de la Rouvière, sont remplis d'éclats de silex taillés. Il en est de même des champs situés à droite et à gauche de la grande route de Sommières à Quissac, sur une longueur de trois kilomètres environ.

Il y a là de vastes ateliers de silex, qui ont approvisionné de matière première toutes les stations des environs, à vingt kilomètres à la ronde; stations au nombre d'une quinzaine, toutes, sauf une, découvertes et signalées par moi, au cours de ces vingt-cinq dernières années.

Dans tous nos gisements de la pierre polie nous ne rencontrons, en effet, que des silex provenant de Salinelles. Il est exceptionnel d'y trouver une pièce tirée des cailloux roulés du diluvium.

Le sol est couvert d'éclats, de débris, d'ébauches; les pièces achevées sont rares, comme cela se constate dans tous les ateliers.

Il y a des nucleus, des percuteurs, des marteaux à encoches latérales, des pics et quelques grès ayant servi de meules.

J'ai récolté aussi un gros maillet à rainure en quartzite, absolument semblable à ceux de Vaucluse. C'est le premier maillet à rainure signalé, que je sache, sur la rive droite du Rhône.

Tout cela ressemble assez à ce que l'on rencontre d'ordinaire dans les ateliers de la pierre polie, et n'offre rien de bien spécial.

Mais il y a autre chose : au nord de ces ateliers, en dehors d'eux, mais y attenant, sans qu'il y ait toutefois mélange des industries, j'insiste sur ce point qui est essentiel, sur un espace de trois hectares environ, le sol est jonché de silex d'un aspect absolument nouveau, et qui ne ressemblent en rien à ceux des ateliers voisins.

Explorant la région depuis plus de vingt-cinq ans, je n'avais jamais récolté un silex comparable à ceux que j'avais là sous les yeux.

Ce sont des éclats, en général de grandes dimensions, détachés des rognons de silex par des causes naturelles. Leur face inférieure, plane ou concave, en

forme de coquille, ne présente dans aucun cas, fait à retenir, de conchoïde de percussion. Leur face supérieure est constituée par la couche corticale du rognon, presque toujours bombée en écaille de tortue, d'une jolie couleur jaune d'orange mandarine, comme dorée par le soleil.

Ces éclats, tels que la nature les a faits, ont servi d'outils à l'homme. Ils portent sur leurs bords des esquilles, des éclatements très nombreux et très nets, preuves manifestes d'utilisation. Quelques-uns ont aussi des retouches d'accommodation.

J'ai déjà présenté l'année dernière, au Congrès Préhistorique d'Autun, huit ou dix de ces pièces qui excitèrent vivement l'intérêt. J'en mets aujourd'hui une série de trente-cinq sous les yeux de nos collègues de la 11e Section.

Ces objets, comme vous vous en convaincrez facilement, s'éloignent beaucoup de ceux que nous avons l'habitude de voir dans nos collections.

Ces silex gisent à la surface du sol, ou à peu de profondeur, dans les argiles marneuses. Ils sont, pour la plupart, fortement cacholonnés.

Leurs dimensions sont très variables. Les plus longs ont jusqu'à 28 centimètres, les plus petits ont encore de 10 à 12 centimètres. Les pièces de 15 à 20 centimetres sont les plus communes.

L'outillage est assez diversifié, mais certains de ces silex ne ressemblent à aucun instrument connu, bien que présentant sur tous leurs bords des traces évidentes d'utilisation.

Nous pouvons cependant reconnaître des enclumes. Ce sont des dalles plates ou des demi-sphères constituées par la moitié d'un rognon de silex. Leur pourtour est couvert d'esquilles, résultant de coups maladroits ou de ricochets, qui se sont produits en voulant briser des objets.

Ces enclumes sont très nombreuses, et l'on se demande à quoi pouvaient bien servir tant d'enclumes. — A moins que ce ne soit pas des enclumes?

Sur quelques-unes, pourtant, existent des cônes de percussion produits par des coups violents.

Il y a aussi des percuteurs tranchants, c'est-à-dire des couperets, des hachoirs.



Fig. 1.



Fig. 2.

Ce sont des fragments allongés, bien en main, qui portent souvent, sur le bord supérieur, une grande retouche d'accommodation pour appliquer l'index. Ces outils sont ceux qui présentent, en général, les éclatements les plus nets. Et cela s'explique par la violence des coups qu'ils servaient à porter. *(Fig. 1 et 2.)*

Ces percuteurs ont les facettes d'éclatement plus nombreuses sur la face gauche que sur la face droite. On comprend très bien qu'il doit en être ainsi. En effet, lorsque nous frappons avec une hache, les coups portés ne

sont pas parallèles à l'axe du corps, mais ils sont toujours un peu obliques, de dehors en dedans.

Un de ces percuteurs, muni de sa retouche d'accommodation, a cependant les esquilles plus grandes et plus nombreuses sur son bord droit. — C'était un outil de gaucher.



FIG. 3.



FIG. 4.

Quelques-uns de ces instruments ont peut-être été utilisés à la façon d'une plane. Ce sont des éclats allongés, comme de longs racloirs, de 15 à 25 centimètres de longueur, avec un bord tranchant ayant beaucoup servi, et faciles à saisir des deux mains.



FIG. 5.

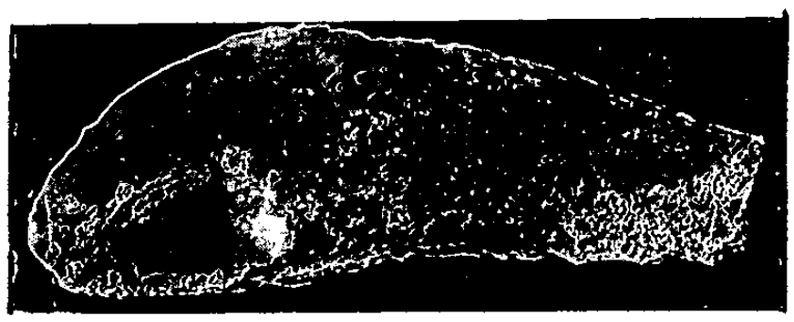


FIG. 6.

J'englobe enfin, sous le nom de racloirs, en donnant à ce mot toute l'élasticité possible, une série abondante d'instruments, tous très caractérisés par les nombreux éclatements ou esquilles qu'ils présentent sur un de leurs bords, ou même sur tout leur pourtour.

Les figures 3, 4, 5, 6 nous montrent plusieurs types de ces racloirs. Ils sont concaves, convexes, ovales, allongés, etc. Il en est qui ont jusqu'à 27 ou 28 centimètres de longueur.

Enfin, comme je l'ai dit, beaucoup de pièces sont tellement bizarres que l'on ne sait dans quelle catégorie les classer. Il faudrait, pour y arriver, avoir la mentalité des hommes de Salinelles

Tous ces silex sont des outils. Aucun n'a pu constituer une arme quelconque. Pas de pointes de flèches, pas de lances, pas de poignards, pas de haches, pas même de pierres de jet. Nos gens étaient pacifiques.

Dans les gisements à industries mélangées, on peut être embarrassé pour faire le triage. Ici, nous ne courons pas ce danger. Notre station, bien que confinant avec des ateliers robenhausiens, en est absolument distincte.

A quelle époque peut-on faire remonter cette industrie? Ces éclats sont naturels. Ces pierres n'ont pas été taillées. A peine ont-elles reçu parfois quelques retouches d'accommodation. L'homme, les rencontrant dans leur gisement, n'a eu qu'à choisir les éclats qui lui ont paru les plus appropriés à son but, et s'en est servi sur place.

A ne considérer que leur faciès, ces pierres sont des éolithes; mais on abuse de ce terme. Pour éviter toute confusion. il convient d'appliquer le mot éolithe aux seuls silex tertiaires. Sans cela, il n'y a plus moyen de s'entendre.

En dehors du tertiaire, il n'y a plus d'éolithes; mais il y a encore des silex à faciès d'éolithes, et des hommes à mentalité éolithique.

Ce seront les Flénusiens du début, du Néolithique de M. Rutot, ou les Tasmaniens modernes. Ce seront aussi nos hommes de Salinelles, les *Salinelliens*, dirais-je, si je ne m'interdisais de créer un mot.

Ces silex ne peuvent trouver place ni dans le Paléolithique, ni dans le Robenhausien. Il faut les classer entre ces deux époques, au début de l'âge de la pierre polie.

Ils ne sont ni du Tardenoisien, ni du Campignien. La poterie est absente, elle n'est pas encore inventée.

Nos silex paraissent correspondre à peu près, quant à l'âge, au Flénusien de notre collègue de Bruxelles. Quant à l'âge seulement, car pour ce qui est de leur faciès ils se classent tout à fait à part, et ont leur individualité propre.

Certains de nos collègues ont dit que c'étaient des éolithes du Néolithique. L'expression n'est pas mauvaise, réserves faites, bien entendu, sur le sens à donner au mot éolithe.

Et quels profonds problèmes nous posent ces silex!

Cette industrie n'offre aucune réminiscence de l'industrie magdalénienne qui la précède; elle n'a laissé non plus aucune trace dans l'industrie robenhausienne qui la suit.

Cependant, les Magdaléniens ont habité à trente kilomètres de là, à l'ouest, sur les bords de l'Hérault (grotte de Laroque, signalée par le capi-

taine Gimon); à l'est, sur les bords du Gardon (grotte du Pont-du-Gard), et les stations de la pierre polie abondent dans le voisinage.

Des industries aussi dissemblables impliquent forcément des mentalités dissemblables, des races dissemblables.

Les hommes qui ont utilisé ces silex ne peuvent être ni les fils des Magdaléniens, ni les ancêtres des Robenhausiens.

Elle est là, cette tribu, isolée, énigmatique, sur le sol de la vieille Gaule, venue on ne sait d'où, disparue sans descendance.

Discussion. — M. Marcel Baudouin. — J'appuie les conclusions de M. Marignan. Il s'agit certainement de pièces datant de la période quaternaire moderne, c'est-à-dire de l'*ère Néolithique*. Mais les silex sont du début tout à fait de cette période; peut-être même sont-ils antérieurs au Flénusien typique de M. Rutot, qui présente des formes d'une autre sorte? Ils sont si primitifs qu'ils ne peuvent avoir été taillés que par des *Barbares*, et représentent presque, — si l'on peut ainsi parler — des *Éolithes de Néolithiques au début!*

M. Dalloni pense que les silex du Gard présentés par M. Marignan sont, en majeure partie, des éclats naturels qui ont été retouchés sur place, pour une utilisation quelconque, par les habitants des stations néolithiques des environs. Il rappelle que cet atelier a fourni des instruments en grès poli et qu'un maillet de pierre a été trouvé dans son voisinage immédiat. Rien ne permet d'indiquer qu'il y a là une industrie et une civilisation spéciales.

M. L. COUTIL

(Les Andelys) (Eure).

EXPLORATION ET RESTAURATION DU TUMULUS DE FONTENAY-LE-MARMION (CALVADOS)

— 5 août —

Nos premiers travaux exécutés, en 1904, avaient consisté à déblayer en partie l'une des deux grandes chambres et l'entrée des deux galeries d'accès sur la face Est.

En 1906, nous avons déblayé les deux grandes chambres du Sud, vidé et repris entièrement en pierres sèches la galerie d'accès, restauré et consolidé avec du ciment les murs de cette chambre M, puis déblayé les trois galeries de la face Est.

Nous avons retrouvé un squelette sous le dallage de la grande chambre, mais il fut brisé par les ouvriers d'une mine de fer voisine; un nucléus et deux lames de silex, des fragments de poterie furent aussi trouvés. En déblayant la dernière galerie du Nord-Est, nous avons retrouvé trois crânes, dont deux en bon état, que nous avons offerts au Muséum, à Paris. Tout

récemment, nous avons retrouvé un autre crâne, et une voûte cranienne, contre la paroi de la chambre X, attenant à cette galerie,

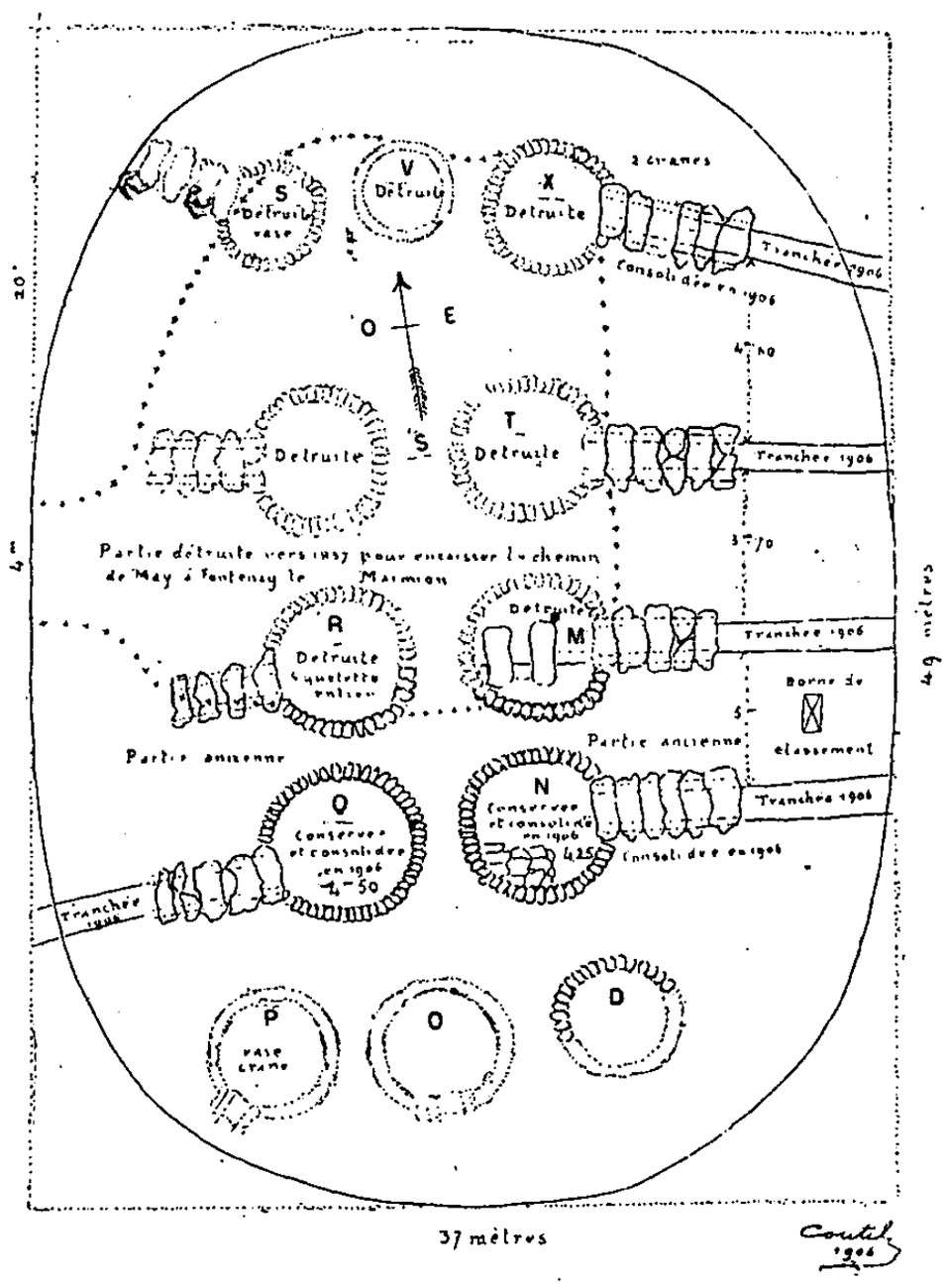
TUMULUS DE LA HOGUE

à FONTENAY le MARMION

(CALVADOS)

EXPLORATION et RESTAURATION de L. COUTIL

en 1904 et 1906



FIF. 1.

Enfin, au mois de juillet 1908, nous avons repris et consolidé l'entrée de la seconde chambre Q, relevé la première dalle qui était tombée, repassé cinq dalles à cette longue galerie, à laquelle nous aurions dû même en ajouter trois autres, celles-ci ayant dû être enlevées lors des fouilles de 1830; nous avons dû aussi refaire entièrement les deux murs de soutènement de la galerie avec des pierres sèches.

Nous avons remis plusieurs dalles aux trois galeries de l'Est, et indiqué, avec des pierres sèches, le pourtour de trois grandes chambres M, T, X; d'ailleurs, les parois primitives ont été retrouvées sur la moitié de leur pourtour pour les chambres M et X.

Actuellement, la face Est offre aux visiteurs :

1° La chambre N avec sa galerie entièrement restaurée ou consolidée ;

2° La chambre M occupée par un petit dolmen et sa galerie reprise jusqu'à 80 centimètres de hauteur.



FIG. 2. — A et A', Crânes découverts en 1906, dans la galerie X ; offerts au Laboratoire d'anthropologie du Muséum national. — 1/3 grandeur naturelle.



FIG. 3. — B et B', Crânes découverts dans la galerie X ; Offerts au Laboratoire d'anthropologie du Muséum national. — 1/3 grandeur naturelle.

(Nous n'avons pu dégager qu'un seul côté du dolmen, afin de ne pas ébouler et maintenir la paroi de la grande chambre N.)

3° et 4° Les chambres et galeries T et X ont été reprises en pierres sèches et plusieurs dalles de couverture replacées ; le pourtour des chambres se trouve indiqué sur 80 centimètres de hauteur et le plan des trois chambres M, T, X apparaît ainsi bien nettement aux visiteurs.

Nous n'avons pas jugé utile de déblayer et restaurer les galeries parallèles situées à l'Ouest, sauf la grande chambre et la galerie Q, car elles ont beaucoup souffert, lorsque le tumulus servit de carrière pour l'encaissement de la route de May à Fontenay-le-Marmion.

Nos travaux exécutés sur les faces Est et Sud-Ouest suffiront aux visiteurs pour se rendre compte de l'importance et de l'intérêt de ce tumulus, mesurant 40 mètres sur 37 mètres, avec quatre chambres à galeries à l'Est et autant sur la face Ouest, le plus important de la plaine de Caen, qui en possédait une série dans un rayon de 3 kilomètres, à Ernes, Condé-sur-Ifs (Condé-sur-Laizon), Bellengreville, Chicheboville, Escoville, Saint-Martin-Don ; et, un peu plus loin, à Colombiers-sur-Seulles, à 25 kilomètres des précédents (1).

Le département de l'Orne possédait deux autres tumulus à peu près de même dimension ; l'un, nommé aussi *Butte des Hogues*, situé sur la commune de Moulins-la-Marche, au hameau de Cuigny, près de la ferme de Brûle-Piquet, à 1.500 mètres d'Argentan ; il servit aussi de carrière, vers 1840.

Un autre tumulus nommé *Butte du Houx* a été mentionné comme ayant été fouillé et détruit en 1811 ; il était formé, paraît-il, de galeries et de chambres, on y a trouvé des instruments néolithiques.

Par ce qui précède, on voit l'intérêt qu'offre ce monument, puisqu'il est le seul qui ait survécu à tout un groupe du même genre.

Aussi tenons-nous à remercier M^me^ Lehardelay et le D^r^ Osmont, propriétaires du monument, de nous avoir laissé exécuter tous les travaux et d'avoir consenti au classement comme monument historique. En 1905, M. le Ministre de l'Instruction publique nous a accordé une subvention pour effectuer les travaux, et l'Association française pour l'Avancement des sciences nous a alloué, à deux reprises, des subventions, qui nous ont permis de terminer la restauration : aussi en terminant, nous tenons à témoigner notre reconnaissance aux Membres de la Commission des Monuments mégalithiques et aux Membres du Conseil d'administration de l'Association française de leur délicate attention.

M. L. COUTIL

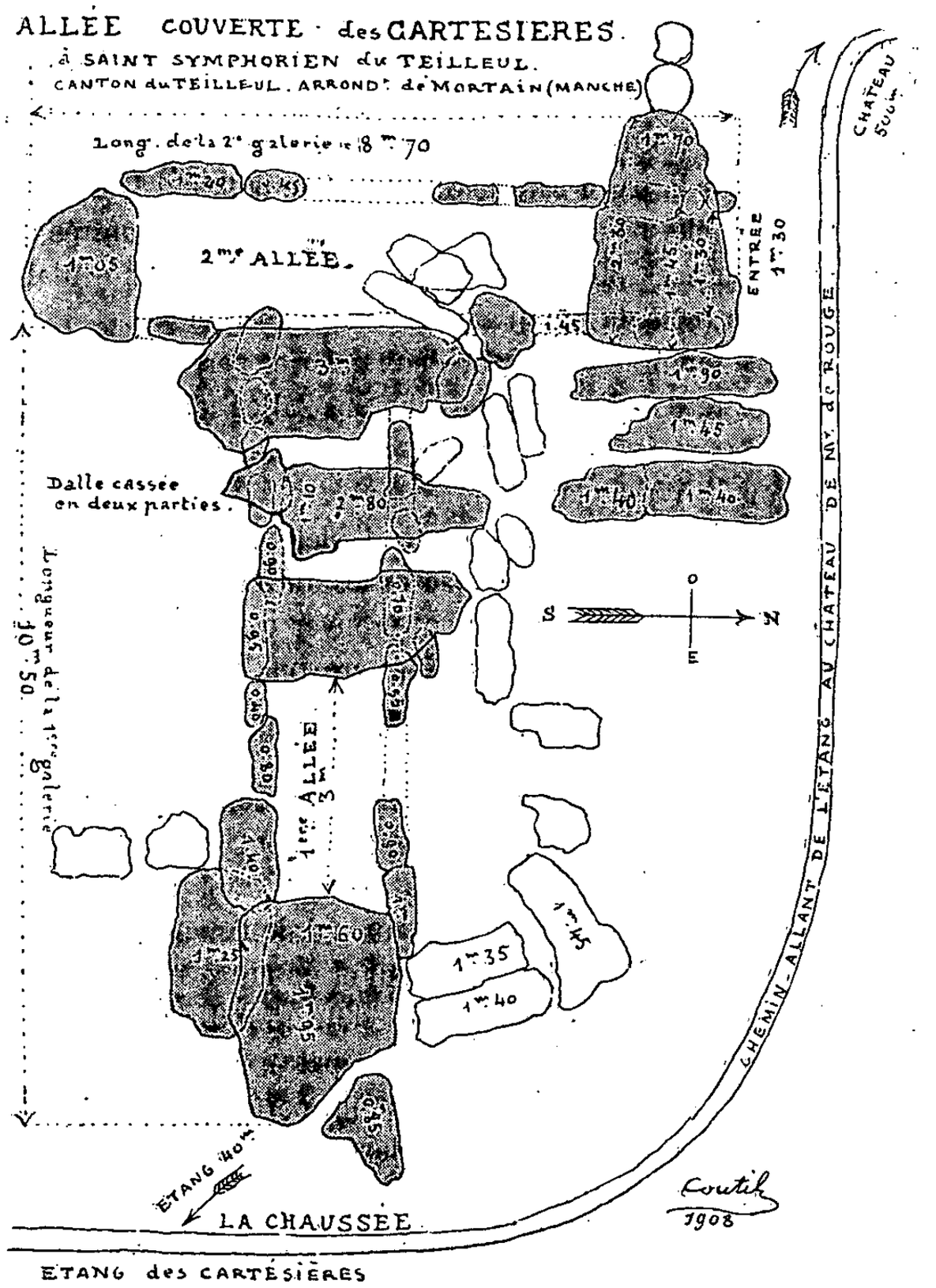
ALLÉE COUVERTE DE SAINT-SYMPHORIEN-DU-TEILLEUL (CANTON DU TEILLEUL. ARRONDISSEMENT DE MORTAIN, MANCHE)

— 5 août —

Dans notre *Inventaire des monuments mégalithiques du département de la Manche* publié, en 1906, dans le *Bulletin de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences*, nous avons mentionné, d'après une simple indi-

(1) On peut étudier une série de monuments offrant des rapports avec ces tumulus dans l'ouvrage de M. O. MONTELIUS, *Der Orient und Europa*, p. 75; en Écosse, près d'Inverness, p. 89.

cation de M. Moulin, publiée dans les *Mémoires de la Société du Cotentin* et des renseignements qui nous avaient été donnés par le propriétaire, M. de Rougé, une seule allée couverte à Saint-Symphorien-du-Teilleul, dans le parc du château.



Nous avons visité, cette année, le monument et nous avons reconnu deux allées perpendiculaires l'une à l'autre; la première, orientée à peu près ouest-est, mesure actuellement $10^m,50$; la seconde est perpendiculaire à la première, elle lui est accolée au milieu de son axe, vers l'extrémité ouest; elle mesure actuellement $8^m,90$ de longueur : nous ne pouvons affirmer si elles communiquaient.

La première galerie compte dix supports en place sur la paroi sud, et sept supports à peu près en place sur la paroi nord, ainsi que quatre dalles en place plus ou moins inclinées ; d'autres blocs, supports ou tables gisent à côté. Les tables sont à 70 centimètres ou 1 mètre de hauteur du sol actuel de la galerie ; la largeur du vestibule est de $1^m,10$ à $1^m,80$ en moyenne, suivant que les supports rentrent plus ou moins dans le vestibule.

Quant à la seconde galerie, formant une sorte de T par rapport à la précédente, la paroi nord-sud compte seulement deux supports aux deux extrémités, et six sur la paroi parallèle ; une petite table existe à l'extrémité sud, une grande table, bien en place, à l'extrémité nord, à l'entrée de cette galerie ; elle mesure $1^m,30$ de largeur et se trouve perpendiculaire à la façade du château (côté du parc).

La forme de ce monument offrant deux galeries perpendiculaires l'une à l'autre est assez rare en France, nous citerons l'allée couverte de Kerugou, dans le Finistère ; mais plus fréquente en Scandinavie, au Danemark ; à Falkoping dans le Westgoland (1).

Dans le prolongement de l'axe de cette table, parallèlement à la première galerie, se voient trois tables placées les unes à côté des autres ; elles gisent sur le sol. Des fouilles pourraient prouver qu'elles n'indiquent pas l'emplacement d'une troisième allée. Nous croyons que ce sont des dalles enlevées au centre de la couverture de la galerie et que des carriers croyaient peut-être utiliser.

Les dalles de couverture mesurent exceptionnellement en longueur $1^m,45$ comme mesure minimum, mais généralement de $1^m,95$ à 3 mètres.

Toutes les roches utilisées sont des diorites dont on voit des blocs énormes dans le voisinage : à 100 mètres au sud de l'étang, un bloc mesure 6 mètres de longueur sur $2^m,50$ d'épaisseur et un autre $3^m,50$ sur 2 mètres.

Ce monument se trouve à 40 mètres d'un grand étang et à environ 500 mètres de la façade du château (côté du parc), près du chemin conduisant à l'étang des Cartésières ; ce chemin porte le nom de *chaussée*, bien qu'il soit à peine à 1 mètre plus élevé que le niveau de l'étang.

On se demande comment on a édifié cette allée couverte dans un endroit aussi humide, car, jadis, les eaux de l'étang devaient arriver près des pierres, et, lors des grandes fontes de neige, les galeries ont dû être souvent inondées.

Quelques monuments se trouvent dans les mêmes conditions d'humidité : dans l'Eure, à Ambenay, le dolmen de la Forge est tout près de la Risle ; à la limite des départements de l'Eure et de l'Eure-et-Loir, près de Marcilly-sur-Eure l'*Allée des Druides* est à quelques mètres de la rive

(1) O. MONTELIUS : *Der Orient und Europa*, 1899, pp. 110, 111, 118, 122 et *Congrès préhistorique de Vannes*, pp. 342, 343.

droite de l'Eure. Les menhirs sont aussi souvent placés à proximité des rivières.

Vers 1870, M. de Beauregard a fait quelques recherches dans ces galeries; nous ne connaissons aucun procès-verbal de fouilles. M. de Rougé père, qui y assistait, nous a dit que des *grattoirs* et autres instruments néolithiques y avaient été trouvés, ainsi que des fragments de poterie. Actuellement, il n'existe au château que quatre lames en silex jaunâtre, dont une porte des traces de raclage ; quatre bords de vases, l'un uni, les autres ornés de une ou trois nervures, sont tout ce qui a été conservé de ces fouilles.

Pour exécuter de nouvelles recherches, il faudrait des crics et des madriers pour maintenir et redresser les pierres.

Le château de M. de Rougé se trouvant à une dizaine de kilomètres de la gare de Saint-Hilaire-du-Harcouet, nous n'avons pu exécuter de fouilles qui demandaient une installation et une équipe d'ouvriers spéciaux.

Nous tenons à remercier M. le Comte de Rougé de la permission qu'il nous a donnée pour aller visiter ce très beau monument situé dans un immense parc très pittoresque et dont les frondaisons séculaires servent de fond à d'énormes massifs de rhododendrons qui se trouvaient en fleur, lors de notre visite : nous n'oublierons jamais cette excursion faite dans les premiers jours de juillet.

BIBLIOGRAPHIE

Moulin : Note publiée dans les *Mém. Soc. du Cotentin.*

Chanoine Pigeon : *Diocèse d'Avranche*, t. II, p. 623.

L. Coutil : *Invent. des mon. mégal. du dép. de la Manche*, p. 28 (Ext. *Annuaire des cinq dép. de la Normandie*, 1896). — *2e édition* publiée dans le *Bul. Assoc. franç. pour l'Avanc. des Sciences*, 1906, tirage à part, pp. 5 et 6).

Discussion. — M. Marcel Baudouin. — Je suis d'avis qu'il ne s'agit, dans la belle découverte de M. Coutil, que d'une seule et unique Allée couverte, en forme de T. Les arguments techniques sur lesquels je base cette opinion sont les suivants:

1° On connait déjà des Mégalithes de cette forme, ou d'un aspect analogue.

2° Le monument constituant la branche horizontale du T a même largeur aux deux bouts (au lieu d'avoir une extrémité plus petite), a une orientation Nord-Sud, et paraît communiquer avec la branche verticale. Il semble bien avoir *deux fonds,* et ne peut pas avoir une ouverture au nord, seul endroit où l'on puisse placer l'entrée, d'après le plan.

3° Il y a symétrie très nette entre les deux branches du T.

Mais des fouilles permettront seules de résoudre la question.

En ce qui concerne la valeur des fouilles mégalithiques anciennes, M. Baudouin rappelle les erreurs commises en Vendée et en Bretagne par ses devanciers, et insiste sur la nécessité de ne jamais quitter le chantier de fouilles, si l'on ne veut pas avoir des surprises désagréables. Il cite des faits personnels à l'appui de ces remarques.

M. Stanislas CLASTRIER
Sculpteur-Statuaire (Marseille).

LES FOUILLES DE L'HABITAT LIGURE « LE PAIN-DE-SUCRE » A MARSEILLE

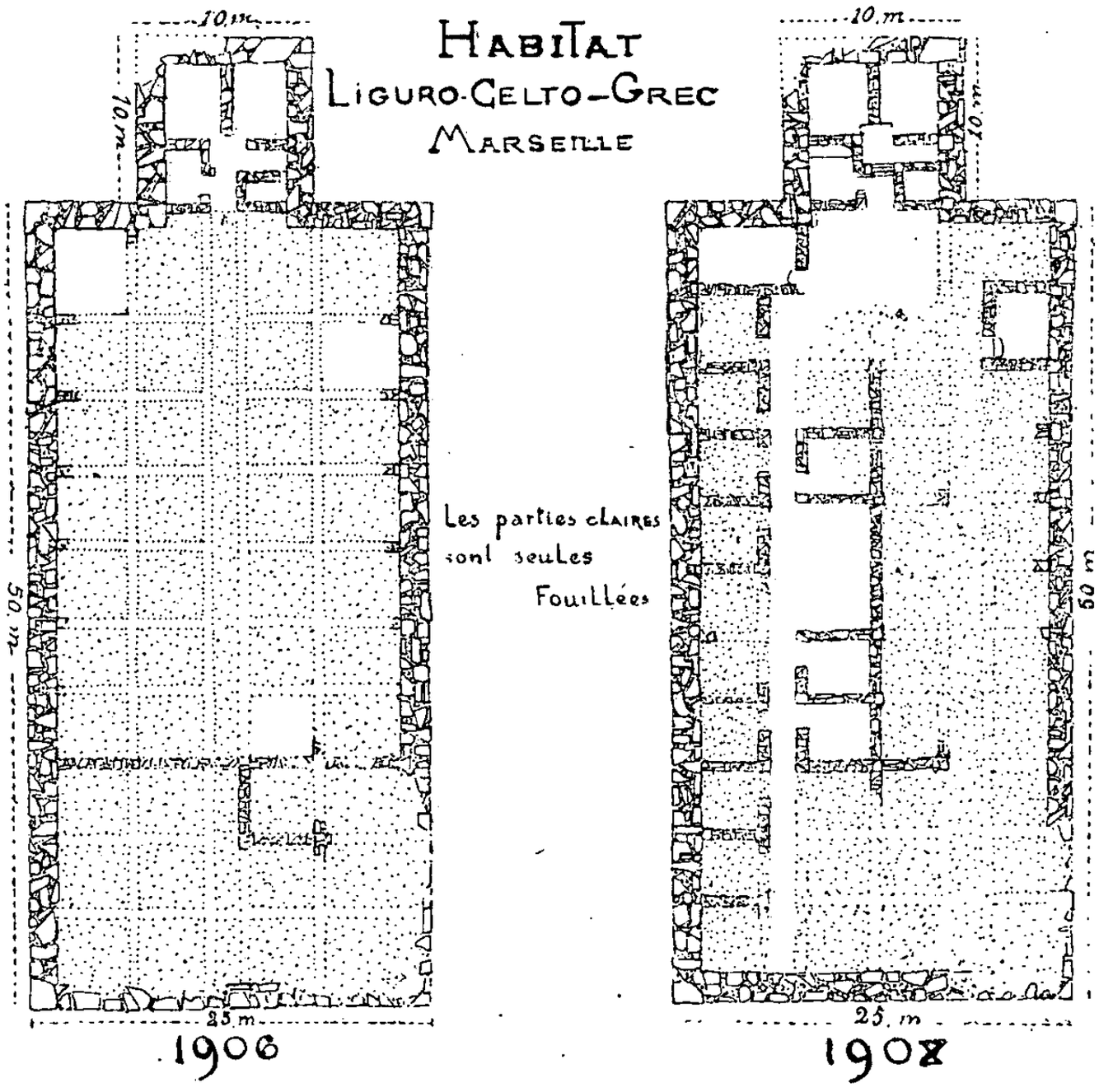
— 5 août —

En automne 1907, mes fouilles ont été fortement entravées par les pluies torrentielles.

J'ai repris mes travaux en avril après l'essuyage des terres. Mais, changeant ma tactique de travail, j'ai voulu chercher et établir avant tout l'aspect général de l'habitat, laissant de côté, pour l'instant, les recherches de détails chambre à chambre. Je n'ai pas lieu de regretter ce nouveau mode d'investigation ; car, au point de vue architecture et construction, j'ai eu un très beau résultat. J'ai pu, en effet, fixer la question si délicate des entrées des cabanes ; depuis trois ans je cherchais ce problème ; il n'a été résolu qu'en juin dernier, mais d'une façon définitive.

Si l'on prend mon premier tracé de 1906, on reste frappé, dès l'aspect général, du caractère « damier » qu'il représente avec toutes ses chambres se recoupant en angles à peu près droits. Ce caractère persiste, mais les divisions sont tout autres. Le corridor central fait place à un mur d'axe dans toute la longueur du camp, et ce sont maintenant (les deux plans annexés au présent Mémoire le prouvent) deux corridors latéraux et perpendiculaires au grand axe qui, tous les deux, partent du donjon de tête pour y revenir en un double circuit, après avoir desservi (détail intéressant à connaître), les chambres de l'habitat dont les portes s'ouvrent sur cette sorte de rue circulaire, organe interne de la cité murée. Ainsi qu'on peut s'en rendre compte, l'harmonie du plan ne fait que gagner à ces nouvelles découvertes. D'autre part, dans le cœur même de la cité, des chambres existent, isolées des autres, entourées de terrains de dégagements, ou préaux ; on en pourrait conjecturer des emplacement d'honneur ou à des cases de sous-chef, prêtres etc. Mais ce n'est là qu'une hypothèse, et les hypothèses ne rentrent pas dans le cadre d'un mémoire succinct. Il reste acquis que le mur central d'axe mitoyen, divise également en deux parties le camp dans sa longueur, Pourquoi cette division si nette? L'avenir probablement nous le dira, Des surprises peut-être m'attendent encore, mais, en fait, aujourd'hui, la plus grande partie de la zone gauche du camp est révélée et il y a des grandes probabilités pour que la zone de droite soit, en contre-partie, exactement semblable à la gauche et c'est ce qui fait un ensemble réellement bien pondéré du camp dans ses proportions divisionnaires, ses pleins et ses vides. Les ouvertures des

chambres sur les corridors sont assez grandes (1 m. 50) pour laisser passer bêtes et gens. Sans doute, pas d'escaliers, sauf au donjon, pour le moment du moins. C'est le système des pentes douces, étant donné que le *Pain-de-Sucre* a des déclivités de 30, 40, 50 0/0.



La céramique continue à apporter son contingent d'objets, bien que je ne la recherche pas spécialement. En ce moment, les types sont toujours de la céramique indigène à cassure noire, grains de calcaire, et modelée à la main ; ils se trouvent associés aux fragments les plus purs de la céramique grecque. Il semble vraiment que parfois nos ancêtres les Ligures aient voulu copier les formes si élégantes de l'Hellade. A l'examen du travail malhabile et naïf de l'artiste, de ses essais grossiers, une saveur spéciale du goût des simples apparait et retient. Tout l'art sublime des Grecs peut se voir en un tesson banal du siècle de Périclès. Mais l'âme lointaine de notre race se retrouve intacte dans l'incertitude de l'exécution, dans la gaucherie de l'exécution des objets modelés à la main et décorés de même.

Les poteries sont : 1° noires et grossières ligures ; 2° jaunes, peu cuites, assez minces, tournées pâte fine délavée ; la cassure révèle l'argile de Saint-

Henri, or ce faubourg de Marseille est à la base de la station (rares) puis, de nombreux fragments de *Dolia*, tout cela à des profondeurs variant de 40 à 60 centimètres. La fouille a encore donné une pique de fer tellement boursouflée par les oxydes que je l'ai confiée à un forgeron d'art pour la remettre dans ses premières formes ; puis deux pierres plates à dessins bizarres qui s'entrecoupent et où le losange paraît être la dominante ; signe particulier : jamais de courbe.

C'est la cinquième pierre de ce genre que livre la fouille.

Tel est le résultat de mes recherches d'août 1907 à juillet 1908. Je vais entrer dans la quatrième année de mes études à l'habitat du « Pain-de-Sucre » ; sur quarante-cinq pièces de la station, j'en ai vidé sept et je ne connais d'une façon sûre que le côté gauche de l'habitat.

Je procède, depuis les premiers jours de ma découverte, à des reconstitutions et je possède en ce moment six vases de formes et de terre différentes.

M. Stanislas CLASTRIER

LA CÉRAMIQUE ANTIQUE.
DOIT-ON, EN RECONSTITUANT LES VASES BRISÉS, EN LES RÉPARANT, LES PORTER A L'ÉTAT DE NEUF ?

— 5 août —

S'il est une question qui passionne depuis longtemps l'archéologue qui travaille sur le terrain, c'est bien celle de la reconstitution des formes de la céramique ancienne.

Après une vigilance de tous les instants, après un labeur incessant et un travail toujours opiniâtre et fatigant ; quelle joie de posséder enfin le ou les documents qui feront suite à la pièce commencée ; comme ces tessons terreux et couverts de calcaire sont mis avec précaution de côté, à l'ombre (comme dit le manuel) de façon que la pièce ne se redivise pas davantage ; puis à la maison, au laboratoire ou dans le modeste bureau du chercheur il fait son choix.

Après nettoyage, on fait la toilette, on rebâtit l'objet morceau par morceau. Les difficultés commencent, les plus grandes se présentent quand le vase a perdu sa base et cela arrive souvent. Puis les cassures se divisent en *bonnes* et *mauvaises*, les bonnes évidemment sont celles *cassées carrément* et qui ont conservé leurs doubles arêtes. Le fléau du remonteur de vases c'est le tesson brisé en *sifflets* dans tous les sens puis il y a les *manques*, les *fenêtres*. Si les vides laissés par les *manques* sont grands, les plâtrages s'imposent, car il faut que le vase ait sa solidité d'abord. Enfin, après

pas mal de temps et d'essais plus ou moins heureux, on arrive à faire tenir debout, en des collages adroits, une forme quelconque. Il arrive souvent que tout un tiers du vase manque (et ce, pour prendre un terme de comparaison.) Que faire alors? Doit-on aller plus avant et compléter son œuvre? A mon avis non, et c'est là le but de mon petit mémoire.

On doit respecter quand même le peu qui reste d'un objet, il est sacré. Car la voie des reconstructions complètes est dangereuse, on veut toujours aller plus loin, après les replâtrages des formes, on refait (avec combien de conscience) les détails des décors, puis on veut raccorder les coups de gradines ou saillies, puis enfin, et c'est là l'écueil définitif, on veut raccorder aussi les tons et les couleurs. A ce moment, messieurs, le badigeon est maitre de la pièce.

A mon humble avis, voici ce que, personnellement, j'ai expérimenté et ce que je propose en pareil cas; quel que soit l'état de la pièce incomplète, ne pas s'occuper de ses *manques* et des parties malheureusement plâtrées pour sa solidité et sa stabilité.

Il faut ne pas voir ces défauts; il y a des cicatrices qui sont glorieuses. Laissant là l'original, pourquoi ne pas prendre un *surmoulé* de l'objet sur lequel on pourra, tout à sa guise et à son aise, chercher et rechercher, la forme, les décors et les tons?

Alors, on aura la double joie d'avoir respecté l'ancêtre, tout en ayant à côté de lui son épreuve exacte ressuscitée. Double leçon d'art et de choses qui, dans une collection, une galerie de musée ou autre, ne peut que donner l'idée consciencieuse et saine de l'impression des travaux vraiment scientifiques. Je respecte infiniment toutes les recherches et les façons d'opérer, mais je serais heureux de connaître aussi l'avis de nos collègues du Congrès sur cette si intéressante question. Je pose également la question pour tout objet préhistorique ou historique.

Discussion. — M. L. Coutil fait remarquer qu'un des vases de forme tronc-conique et façonné à la main peut être néolithique ou gaulois, tandis qu'un autre est une écuelle plate à bec nettement gallo-romaine; le vase le plus ancien de forme tronc-conique est probablement plus ancien, bien qu'en Normandie on ait trouvé des sépultures gauloises contemporaines de la conquête romaine réunissant ces deux formes.

M. Marcel Baudouin. — La question de la restauration de la *céramique* est très complexe; et on ne peut pas poser de lois absolues. Il faut tenir compte de beaucoup de circonstances et des conditions des trouvailles. Il est nécessaire de laisser à chacun sa liberté d'action.

Certes, il y a des cas où la restauration donnerait de bons résultats. Mais, pour cela, il faut pouvoir la mener à bien, sans truquer et sans faire des raccommodages fantaisistes, etc. Quand il manque par trop d'éléments, il vaut mieux *mouler les débris* et n'essayer de reconstituer que sur le *moule*, en indiquant quels débris ont été ajoutés. L'important, au point de vue scientifique, est de savoir ce qui, dans une restauration, est vrai et est faux. Tout est là!

En ce qui concerne la restauration des objets préhistoriques en général, il vaut mieux ne la tenter que sur des *moulages*, pour ne pas altérer le document scientifique. Sur ces moulages, en effet, on peut se livrer à toutes les fantaisies d'une imagination ardente et inspirée, sans compromettre, de façon irrémédiable, la précieuse trouvaille faite.

M. G. CHARVILHAT

Docteur en Médecine (Clermont-Ferrand).

DE QUELQUES SURVIVANCES PALÉOLITHIQUES DANS L'INDUSTRIE NÉOLITHIQUE DES PLATEAUX DE GERGOVIA ET DE CORENT

— 5 août —

Parmi les nombreux vestiges d'époques diverses qui se rencontrent encore, presque chaque jour, à la surface des plateaux de Gergovia et de Corent que surmontaient jadis d'importants oppidums, se trouve toute une industrie néolithique extrêmement curieuse et sur laquelle nous appelons l'attention.

Laissant de côté les instruments en pierre polie, sur lesquels on pourrait cependant faire d'intéressantes remarques, nous ne nous occuperons ici que de l'outillage en pierre simplement taillée.



FIG. 1.
Forme acheuléenne, pointe provenant de Corent.

Cet outillage comprend des silex de colorations diverses et de patines variées.

La majeure partie de ces silex se compose de pièces qui s'observent dans toutes les stations de l'âge de la pierre polie : pointes de flèches amygdalaires, triangulaires avec pédoncules et barbelures, pointes de javelots, pointes de lances, poignards, couteaux finement retouchés sur les bords, grandes lames détachées de nuclei, grattoirs, perçoirs, retouchoirs, etc. ; mais, à côté de cette instrumentation pour ainsi dire banale tant elle est habituelle, nous observons des formes plus anciennes qu'on ne s'attendait pas à rencontrer. Ce sont des types nettement paléolithiques et appartenant à l'acheuléen, au moustérien, au solutréen, à l'aurignacien. Examinons la curieuse pointe que reproduit la figure 1 ; oublions un instant sa provenance. Corent, ne sommes-nous pas là en présence du coup-de-poing classique de l'époque acheuléenne ?



FIG. 2. — *Forme moustérienne. Racloir concave* provenant de Corent.





FIG. 4. — *Forme solutréenne.* Pointe reproduisant le type de la *feuille de laurier*. Provenance : Corent.

FIG. 3. — *Forme solutreenne.* Pointe figurant la *feuille de laurier* solutréenne. Provenance : Gergovia.

Le racloir concave de la figure 2, ne se présente-il pas lui aussi avec un aspect absolument moustérien ?

Quoi de plus complètement solutréen que les figures 3 et 4 ? Ces deux instruments sont de belles pointes en *feuille de laurier*.



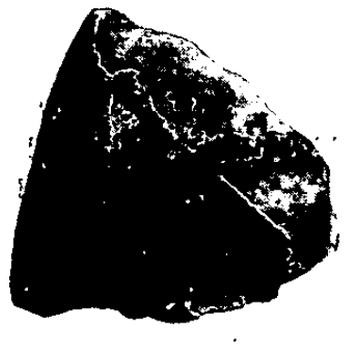


FIG. 5 et 6. — *Formes aurignaciennes.* Petits nucléï, de Corent, ayant l'aspect de *grattoirs carénés* ou *grattoirs du type de Tarté.*

Les formes figurées en 5 et 6 sont entièrement aurignaciennes. Ces petits nuclei ont bien l'aspect des grattoirs carénés ou grattoirs du type de Tarté.

Nous pourrions multiplier les exemples et retrouver aussi d'autres types encore plus archaïques.

Ces curieuses survivances paléolithiques, que nous signalons dans le néolithique de Gergovia et de Corent, peuvent s'observer autre part que dans ces deux localités. On peut les rencontrer également dans l'industrie de la pierre polie sur les plateaux autour de Clermont (les Côtes, Chanturgue) à Châteauguay, etc. Mais c'est à Gergovia, et surtout à Corent, qu'on les retrouve en plus grand nombre.

Ajoutons que nous ne connaissons pas actuellement de solutréen dans notre département où le paléolithique est presque exclusivement représenté par de l'acheuléen, du moustérien et du magdalénien et que les pièces considérées comme appartenant à l'époque solutréenne sont simplement néolithiques.

En résumé, nous sommes en droit de nous demander si nous devons voir, dans cette conservation de types anciens, au milieu de formes nouvelles, un pur effet du hasard, ou un caractère spécial à l'industrie de la pierre polie dans notre région?

Dans tous les cas, il était intéressant de signaler ce fait qui imprime un faciès tout particulier à notre néolithique auvergnat.

Discussion. — M. Marcel Baudouin. — A mon avis, les pièces présentées sont bien *paléolithiques*, au moins pour la plupart. Telle cette belle pièce acheuléenne, qu'on ne peut pas confondre avec un silex néolithique! Cela n'a rien qui doive surprendre, même pour la Montagne de Gergovie, ancien volcan abrasé, mais qui a pu être fréquenté par l'homme paléolithique à l'époque où l'Allier rongeait ses bords, en coulant à une altitude très élevée. En effet, on trouve souvent sur les hauts plateaux, un mélange d'industrie chelléenne, acheuléenne, moustérienne et même magdalénienne, par suite de remaniements du sol.

Cela prouve que le paléolithique a erré en Auvergne et que, par suite, l'homme de cette époque a vu les volcans quaternaires de la chaine des Puys.

M. A. CHERVIN

Docteur en Médecine
Directeur de l'Institut des Bègues de Paris.

ÉTUDE DES ASYMÉTRIES ET DES DÉFORMATIONS A L'AIDE DES PHOTOGRAPHIES MÉTRIQUES SUR FONDS RÉTICULÉS PAR LA MÉTHODE DITE « DE RETOURNEMENT »

— 5 août —

Théorie. — Une des premières préoccupations de la craniologie, consiste à rechercher si un crâne est normal, asymétrique ou véritablement déformé. La déformation peut être considérable, l'asymétrie peut être plus

ou moins légère; dans tous les cas, il est intéressant d'en reconnaître l'importance et la localisation. Or, rien n'est plus difficile que d'étudier ces anomalies, d'en suivre les effets, non seulement sur les diverses pièces osseuses qui constituent la boite crânienne; mais encore sur les diverses parties de ces pièces elles-mêmes.

Les méthodes de calcul proposées par différents auteurs pour la plagiocéphalie sont aussi compliquées qu'insuffisantes et ne satisfont personne. J'ai essayé, à mon tour, d'en trouver une meilleure et je crois y être arrivé en mettant à profit la théorie de la symétrie qui constitue l'une des transformations les plus simples et les plus utiles de la géométrie.

Je rappelle donc simplement que deux figures symétriques, par rapport à une droite, sont superposables par retournement. Si, par exemple, on fait tourner une figure régulière comme l'est un plateau circulaire autour d'un axe central, il va sans dire que tous les points de ce plateau se recouvriront les uns les autres, parce que tous sont parfaitement symétriques par rapport à l'axe central. Mais, si on retranche une partie, si faible qu'elle soit, sur une portion quelconque de ce plateau, il n'en est plus de même. La trace de la portion absente sera indiquée sur la partie correspondante intacte, par le retournement de l'une sur l'autre.

Dans la pratique craniologique, on peut procéder de deux façons lorsqu'on se sert de la photographie métrique sur fonds réticulés :

1° Pour avoir une idée générale de l'asymétrie ou de la déformation, on peut se contenter de calquer le contour d'une vue du crâne sur l'image de la photographie métrique à l'aide d'un papier aussi translucide que possible. Il faut avoir soin de marquer des points de repère pour bien situer le calque; on indique, par exemple, non seulement les points où les axes 00 rencontrent le crâne, mais encore plusieurs points des lignes horizontales et verticales. (Voir *fig. 1 et 2.)*

Cela fait, on retourne la feuille de papier de façon que le côté droit du dessin calqué se place du côté gauche de l'image photographique et réciproquement. Pour cela, il faut avoir bien soin de placer les différents points de repère, de façon qu'ils se superposent très exactement. La chose est facile puisque le fond réticulé est un tracé métrique régulier, les points de repère primitivement indiqués sur le calque du côté droit se superposent donc rigoureusement sur les points correspondants du côté gauche.

On calque ensuite une deuxième fois le contour du crâne avec une ligne ponctuée ou avec une encre de couleur pour distinguer les deux dessins.

Cette méthode de retournement du contour droit sur le gauche et du gauche sur le droit montre clairement quelles sont les parties asymétriques du crâne.

2° Si on veut plus de détails, on peut, au lieu du simple calque des contours, faire un double tirage, sur papier très translucide, de la vue

photographique avec des encres de couleurs différentes pour mieux distinguer les images. On place ensuite face à face, les deux épreuves l'une sur l'autre de façon que les quadrillages des réticules se recouvrent rigoureusement, ligne sur ligne. Le côté gauche du crâne se rabattra donc exactement sur le côté droit et on apercevra, grâce à la transparence du papier les différences présentées par chaque côté par rapport à l'autre, dans une sorte de rotation autour de l'axe vertical passant par le bassin.

Telle est la méthode que j'ai employée pour déceler les asymétries, même les plus faibles. Elle permet d'en calculer l'importance pour chaque point déterminé, soit à l'aide du calcul des triangles, soit à l'aide de l'instrument connu sous le nom de planimètre qui intègre les surfaces. La méthode montre également que, très souvent, les asymétries et les déformations sont localisées à certains points. Elle permet enfin d'expliquer et de déterminer l'orientation des forces qui ont agi sur les différentes pièces osseuses.

On peut ainsi constater non seulement les asymétries et les déformations, mais étudier également les poussées, les retentissements que ces asymétries ont fait subir aux différentes parties composantes du crâne par l'intermédiaire des sutures qui réagissent, de proche en proche, les unes sur les autres.

D'une manière générale, on verra que l'aplatissement d'un côté du crâne est compensé par un renflement du côté opposé. La boite osseuse, malgré sa rigidité, peut se comparer néanmoins à un mince ballon de caoutchouc plein de liquide. Une pression sur l'une des parois produit une poussée de l'autre côté. Il n'y a pas arrêt de développement sur le point comprimé. Il y a, en quelque sorte, équilibre dans la matière cérébrale qui oblige les parties osseuses à se mobiliser pour lui faire place.

Je le démontre graphiquement pour les asymétries par compression latérale. Mais nous savons déjà que tel est, également, le mécanisme pour les déformations par synostoses prématurées et tout porte à présumer qu'il en est semblablement pour les déformations ethniques volontaires.

On sait que le volume d'un liquide est à peu près indépendant de la pression qu'il supporte. Je pense que la substance cérébrale obéit à la même loi.

Broca et Topinard pensaient que les crânes déformés subissent une légère diminution de la capacité normale. Mais, dans ces derniers temps, certains auteurs ont exprimé l'hypothèse qu'une déformation volontaire, de la nature de celles qu'on rencontre d'une manière particulièrement fréquente sur les crânes américains, ne devait pas modifier la capacité crânienne. Mais ce n'était là qu'une hypothèse. J'avais moi-même accepté cette hypothèse et j'avais essayé d'en faire la démonstration en procédant, à l'aide d'un ruban métrique, à la mensuration des contours des crânes



FIG. 1.

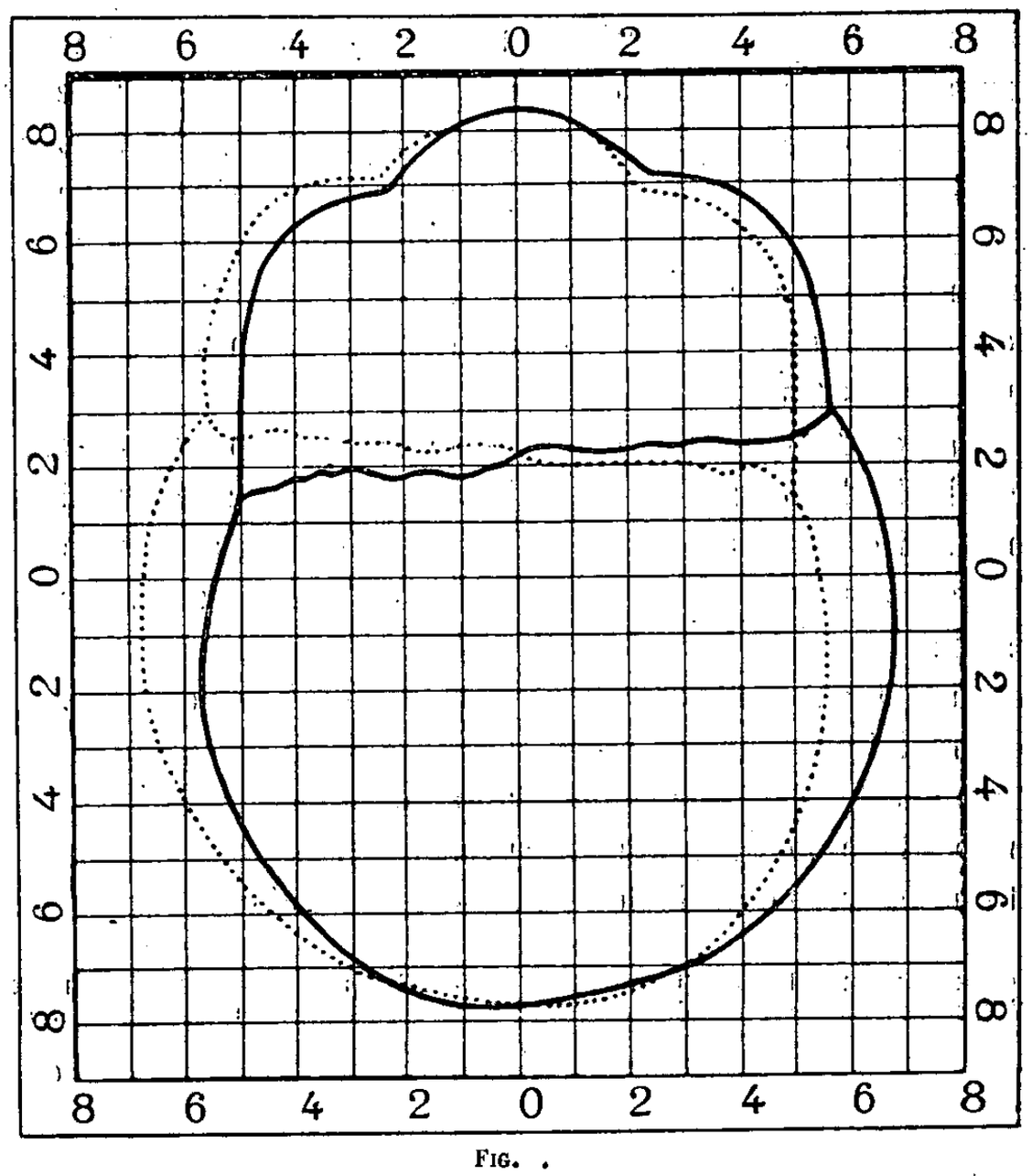


FIG. .

déformés. C'était déjà un commencement de preuve. Mais la photographie métrique, en permettant la superposition des images des crânes, en fournit une preuve irréfutable.

Application. — Prenons, par exemple, la vue sincipitale du crâne *(fig. 1 et 2)* (1). Nous voyons que la calotte crânienne est très déformée et qu'elle paraît avoir subi l'action de deux pressions différentes. Il semble, en effet, que la déformation constatée peut être réduite, suivant un théorème bien connu de mécanique, à deux mouvements : *l'un de rotation* pour la partie antérieure ou frontale, *l'autre de translation* pour la partie postérieure ou pariétale.

D'une part, une première pression a imprimé à la partie frontale un mouvement de rotation autour d'un axe situé à l'intersection de l'axe vertical 00 et de la ligne horizontale supérieure n° 2. L'angle de cette rotation est égal à l'angle formé par l'axe vertical 00 et la perpendiculaire à la direction générale de la suture coronale ; cet angle est d'environ 10 degrés.

D'autre part, le mouvement de translation paraît avoir eu lieu sous l'influence d'une force dirigée de gauche à droite qui aurait eu pour effet de déplacer la masse postérieure crânienne d'environ un centimètre.

La forme générale de la partie postérieure de la tête pourrait être obtenue par la jonction de deux arcs de cercle. L'un, celui de droite, aurait pour centre un point situé à l'intersection de la ligne verticale 00 et de la ligne horizontale inférieure n° 2. L'autre, celui de gauche, d'un plus grand rayon aurait pour centre un point situé à l'intersection de la ligne verticale n° 2 et de l'horizontale n° 3, du côté droit. La différence des rayons de ces deux cercles est naturellement en rapport avec les courbures des arcs de cercle.

La méthode de retournement permet naturellement des études analogues pour tous les crânes et donne à ces recherches un caractère de précision qui leur a manqué jusqu'ici.

Je n'ai garde d'oublier de faire remarquer que l'application si féconde de la méthode de retournement à l'étude des anomalies craniennes est intimement liée à la méthode de photographie métrique des crânes sur fonds réticulés que nous avons créée, mon ami Alphonse Bertillon et moi. C'est grâce :

1° A ma méthode d'orientation suivant le plan de vision horizontale;
2° A l'emploi des plans de projection;
3° Au support qui sert d'axe de rotation au crâne;
4° Enfin à l'emploi des fonds réticulés.

C'est une preuve nouvelle de l'excellence du système.

(1) Ce crâne provient de la collection rapportée par la Mission française dans l'Amérique du Sud. Voir *Anthropologie Bolivienne*, t. III. *Craniologie*, par le Dr CHERVIN, Paris, 1878. Librairie H. LE SOUDIER.

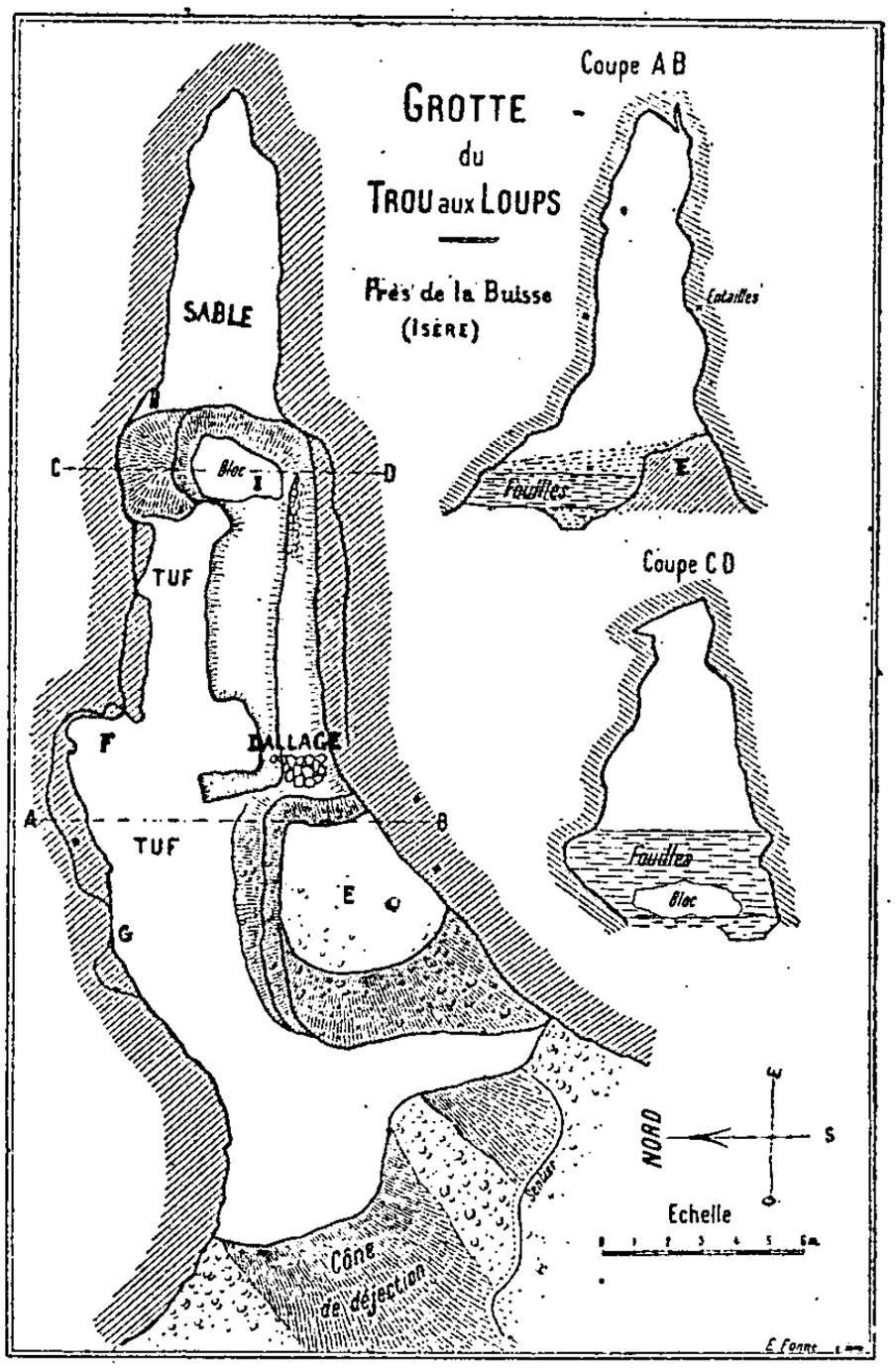
M. MÜLLER

Conservateur du musée Dauphinois.

STATION NÉOLITHIQUE ET GALLO-ROMAINE DE LA GROTTE DU TROU-AUX-LOUPS, A LA BUISSE (ISÈRE)

— 7 août —

Cette grotte, visitée une première fois en 1903 a été fouillée en 1906-1907 et 1908. Elle est située à 200 mètres environ au-dessus de la plaine; le fond est orienté Est, l'entrée Ouest, sa surface intérieure figurant un triangle allongé.



Elle est creusée dans le calcaire néocomien au point où une fissure de la montagne rassemble naturellement les eaux sauvages qui, actuellement, pénètrent bien plus bas dans son sous-sol.

La grotte a 10 mètres de largeur, 12 mètres de hauteur à l'ouverture et 28 mètres de profondeur. Certaines parties sont très sèches, d'autres reçoivent des gouttes d'eau après chaque pluie.

La première tranchée, commencée à gauche en entrant, a été continuée jusqu'au fond ; tout le terrain a été remué, sauf en E où se trouve un massif stérile, formé surtout par la chute de blocs amenés là au dégel, et par des avalanches descendues par un couloir qui domine la grotte.

Sur 250 mètres cubes environ qui ont été fouillés, plus de 200 ont été déversés hors de la grotte ; 40 mètres cubes environ ont été tamisés.

Les blaireaux et autres animaux fouisseurs ; et les travaux des chasseurs poursuivant ces animaux ont complètement bouleversé le terrain de la grotte qui a été primitivement vidée vers le IIe ou le IIIe siècle de notre ère.

Trois ou quatre entailles creusées dans les parois, vers l'entrée, montrent l'emplacement des poutres destinées à fermer la cavité pour la rendre plus habitable : entailles analogues à celles de la plupart des grottes de la région creusées probablement vers la fin de la domination romaine et au début du haut Moyen-Age.

Voici, d'après la méthode de classement que je suis habituellement, les résultats des fouilles, exposés en séries.

Os d'animaux. — Très nombreux, la plupart appartiennent à la période gallo-romaine et aux siècles suivants. Les herbivores dominent, les gros oiseaux sont nombreux, trente au moins sont représentés (non encore déterminés).

D'après les indications de M. Hue, notre savant collègue, une vingtaine de quadrupèdes (petits rongeurs non compris) étaient représentés dans la grotte du Trou-aux-Loups.

Ce sont : un grand et un petit cerf, un grand et un petit bœuf, le blaireau et le sanglier (nombreux), le *bouquetin*, le *mouflon*, le mouton, le chamois, la chèvre, le chevreuil (rare), le *bison*, le *castor*, le chien, le renard, le chat, la martre, la fouine et le lièvre. Le loup manque.

Il y avait quelques fragments d'une carapace de tortue.

Un certain nombre de ces os sont à mettre dans les couches néolithiques ; néanmoins la majorité est à classer à l'époque gallo-romaine.

Beaucoup de ces os portent des entailles faites avec des outils de fer. Les os longs sont tous brisés à peu d'exceptions près.

Le seul point F où un petit foyer néolithique a été trouvé en place, a donné des os d'animaux brisés, morcelés et parfois calcinés. Quelques-uns paraissent avoir été rayés par des outils de silex.

Treize os des couches modernes montrent des taches vertes, qui pourraient avoir été produites par des objets en cuivre ayant séjourné en terre près d'eux. Ce diagnostic n'est pourtant pas absolument certain pour tous. Certaines colorations vertes sont parfois dues à la présence du fer.

Os humains. — Les débris de deux squelettes humains ont été recueillis surtout au point G. *(Voir le plan.)* Deux tibias, deux fémurs, deux humérus, un fragment de peroné. Tous sont brisés ; morcelés, privés de leurs apophyses et proviennent d'un adulte ; un tibia, un cubitus, très fragmentés, ainsi que d'autres os également brisés ; proviennent d'un enfant ; ces derniers portent des traces de dents de petits carnassiers, les os d'adulte surtout montrent des traces de dents de rongeurs, ce qui prouve qu'ils ont été abandonnés à l'air libre.

Une molaire d'enfant, deux clavicules dont une d'enfant, l'autre d'adulte, quelques débris de crânes, quatorze os des mains et des pieds, très endommagés, constituent, avec les os précédents et quelques débris divers, tout ce qui reste de deux squelettes.

Les os d'adulte pourraient, étant donne leur gracilité, avoir appartenu à une femme.

On peut penser que ces débris humains, trouvés surtout entre 20 et 40 centimètres de profondenr sont relativement récents. Il est logique de les classer

après la période gallo-romaine ; ils peuvent provenir de corps amenés par les fauves ou d'individus isolés, morts dans la grotte.

Dans la partie F G de la grotte, depuis le sol de tuf jusqu'à 1m,10 au-dessus, une stalagmite plaquée contre des parois rocheuses, a donné des tessons néolithiques, du charbon de bois, quelques os d'animaux brisés, deux fragments de cornes de cerf et quatre éclats de silex ; un de ces derniers était fixé à 1 mètre au-dessus du sol tuffeux.

Parmi ces débris, une dent humaine, un fragment de cubitus, deux métacarpiens ou métatarsiens, un petit fragment de crâne, etc. étaient fixés dans la stalagmite. Ces os humains et ces silex peuvent faire supposer que le niveau néolithique, réparti dans la grotte en une couche puissante, avait été complètement balayé par les Gallo-Romains, qui s'étaient établis directement sur le tuf.

Je crois que ces quelques débris humains sont de l'époque néolithique. Ce sont les seuls témoins laissés en place par les Gallo-Romains.

Outillage osseux. — Au cours des fouilles, deux poinçons formés de canons d'herbivores, refendus, l'un entier, de 90 millimètres de longueur, l'autre fragmenté, un troisième fait d'un morceau de côte refendu, deux pointes d'autres poinçons, deux sections de gros poinçons, un petit poinçon à deux pointes et deux autres à pointe cassée, peuvent être placés dans le néolithique.

Un fragment d'omoplate porte des traces de polissage sur une de ses épaisseurs.

Un fragment de métacarpien de bovidé, cassé, porte des traces de polissage sur sa pointe très mousse et arrondie.

Une plaquette d'os, polie sur ses deux faces, probablement prise sur une côte refendue, a été brisée par la pioche. Les fragments réunis donnent une plaque polie, aux bords lisses, de 25 millimètres de largeur environ sur 80 millimètres de longueur et 2 millimètres d'épaisseur ; une plaquette de même type a déjà été rencontrée dans la grotte de Glos, en terrain néolithique (1).

Une phalange d'herbivore, perforée vers sa petite extrémité antérieure, porte des traces de dents ; le trou irrégulier ne paraît pas avoir été fait intentionnellement.

Si l'on prend la précaution de mouiller cette phalange, on en tire un son aigu, puissant, comme d'un sifflet moderne, alors qu'à sec il est impossible d'en tirer un sifflement.

Un canon de mouton ou de chèvre, de 108 millimètres de longueur, porte des traces d'outil métallique : ses deux extrémités ont été taillées, façonnées avec un outil tranchant ; le polissage général de cet os, sa perforation complète, ses bords arrondis, font voir qu'il a été employé comme manche d'outil.

Deux épingles en os, l'une entière de 86 millimètres de longueur, la deuxième incomplète, toutes deux avec une petite tête en olive, font penser aux épingles gallo-romaines.

Une troisième de 82 millimètres de longueur est également en os très poli. La tête manque. Vers son sommet, elle porte une série de traits se croisant en formant des losanges. Ce dessin est circonscrit entre deux petits registres annulaires ornés de traits en arête de poisson. Ces traits ont été obtenus à l'aide d'une lame métallique, très affûtée et très fine.

Ces trois épingles sont certainement à attribuer à l'époque gallo-romaine ; deux d'entre elles ont été trouvées vers le gros bloc I.

(1) *Une nouvelle station néolithique près des Balmes de Fontaine, etc. Congrès de Cherbourg*, 1905.

Outillage lithique. — Dans toutes les couches de la grotte, néanmoins un peu plus en F et G, un grand nombre d'éclats de silex ont été recueillis, parmi lesquels il y a quelques outils. Les éclats de débitage sont nombreux mais tous, comme les outils, indiquent un travail grossier, exécuté du reste avec un silex de qualité inférieure. Sur 2kg,500 de silex, il y a trente et un grattoirs; sur ce nombre, trois sont épais, avec un angle presque droit; ils ont un peu l'allure de nucléi et ressemblent aux instruments que l'on prend, depuis quelque temps, pour des rabots.

Parmi les autres, le plus petit pèse 2 grammes et demi, le plus gros 67 grammes.

Un grattoir très fin est sur bout de lame, tous les autres, à part quatre ou cinq, sont très grossiers.

Cinq ou six échantillons peuvent être qualifiés lames, l'une d'elles a 72 millimètres de longueur.

Une petite lame, à dos retouché, avec la base en grattoir carré, s'est trouvée mêlée à cet outillage. Une pointe de flèche cassée, ogivale, est la seule qui ait été rencontrée.

Une douzaine de petits nucléi grossiers, complètent la série siliceuse.

Les percuteurs vrais font défaut. Parmi les galets recueillis, il en est peu qui montrent des traces concluantes.

Une belle hache en roche verte a été trouvée contre la roche, dans une anfractuosité, sur le tuf vers F. Cette hache débitée par percussion a ensuite été martelée et, seul, le tranchant a été complètement poli. Poids de la hache: 156 grammes; longueur, 95 millimètres; largeur, 52 millimètres; épaisseur, 19 millimètres. Le tranchant est biais par suite de la réparation d'une cassure.

Une fusaïole (?) en schiste, de 51 millimètres de diamètre et de 8 millimètres d'épaisseur, porte un trou de 7 millimètres de diamètre amorcé des deux côtés; le pourtour de cet objet a été poli, ensuite par un caprice inexplicable il a été fortement martelé, de nombreux éclats ont été détachés sur tout le pourtour qui est très endommagé.

Une petite bille moderne, en pierre, perdue probablement par un enfant, a été recueillie à la surface du sol.

Broyeurs, molettes, etc. — Trois broyeurs en galets durs, un autre en quartzite, un fragment d'un galet en grès, poli sur une de ses faces, un galet plat, strié, peut-être glaciaire, des fragments de quartzite, les uns éclatés les autres taillés, composent le groupe des broyeurs et des percuteurs.

Des fragments de plaques de grès schisteux, ont leurs faces planes piquées et rodées; parmi les nombreux fragments de grès schisteux rencontrés au cours des fouilles, un certain nombre sont vaguement arrondis, comme si l'on en avait taillé le pourtour,

Une meule à affûter, en roche tendre équarrie, de 15 centimètres de longueur et 4 centimètres de largeur sur 25 millimètres d'épaisseur, porte des traces nombreuses faites par le ou les outils qu'elle a servi à aiguiser, comme si elle avait servi par exemple à affûter à plat, une de ces anciennes faucilles dentelées.

La plupart de ces cailloux utilisés sont à mettre au néolithique.

Il faut ajouter que la roche locale ne contient pas de silex et que toutes les roches étrangères en galets et en plaques, trouvées dans la grotte, y ont été apportées.

Métal. — Un fragment de bracelet filiforme, en bronze, me paraît être le plus ancien, parmi les objets métalliques recueillis dans la grotte. Longueur

environ 75 millimètres, section carrée de 1 millimètre et demi. L'ornementation consiste en séries de sept ou huit crans transversaux, séparées par des espaces vides. Ce fragment rappelle les bracelets dits du premier âge du Fer et qui sont certainement venus jusqu'à l'époque de la Tène.

Un ardillon de fibule en fer ayant encore deux spires du ressort est à dater probablement de la Tène I... Longueur 72 millimètres, diamètre de la tige 3 millimètres.

Une fibule provinciale romaine, en cuivre doré, a été rencontrée vers la gauche, en entrant dans la grotte. Cette fibule, fortement dorée, est incomplète de son ardillon, du bouton qui était fixé à l'extrémité libre de la carène et de la gaine dans laquelle venait se loger la pointe de l'ardillon. Le tube hexagonal sur lequel l'épingle était ajustée contient encore intérieurement des débris du fil de fer qui servait de goupille en traversant la base de l'ardillon. Les diverses pièces composant cette fibule sont assemblées à la soudure de cuivre. Cet objet peut être classé vers le IIe siècle.

Une petite plaquette de bronze portant deux rivets de même métal. Longueur 25 millimètres, largeur 6 millimètres, épaisseur un tiers de millimètre. Les deux rivets tordus, refoulés, montrent qu'ils étaient logés dans une matière assez molle, du cuir par exemple, ils ont été déformés par le marteau.

Une mince feuille de bronze fragmentée, ayant 37 millimètres de longueur, 29 millimètres de largeur et un demi-millimètre d'épaisseur, porte de large traits guillochés, faits selon le procédé appelé *au tremblé* par les graveurs modernes.

Cette plaque était certainement un ornement appliqué sur du cuir, un trou foré dans un angle montre qu'elle était fixée par un rivet.

Le tremblé se trouve déjà sur les larges fibules discoïdales du premier âge du Fer, on le retrouve à l'époque de l'Empire romain, aux temps mérovingiens, au Moyen Age, etc., et jusqu'à nos jours; il est donc impossible, pour le cas présent, d'en tirer une déduction utile. Je crois pourtant pouvoir dater cette plaque ornée, de la période gallo-romaine.

Une rondelle de bronze légèrement convexe de 41 millimètres de diamètre et de près de 2 millimètres d'épaisseur, est traversée par un gros clou en fer qui qui y est fixé par l'oxydation. La face convexe de la rondelle porte sur tout son pourtour, une série de points frappés en creux très près du bord. La partie concave ne porte pas d'ornement.

Monnaies. — Neuf monnaies romaines ont été recueillies dans la grotte :

Un M. B. de Trajan (de 98 à 117), très fruste, à peu près indéchiffrable; a été perforé pour être suspendue, mal conservé.

Un G. B. de Marc-Aurèle (de 161 à 180). Le R porte un trophée à côté duquel est un personnage debout. Un prisonnier est accroupi au pied du trophée à gauche.

Un M. B. de Commode (de 180 à 192), R illisible.

Un denier en argent de Geta (de 189 à 212), bien conservé. Revers OPTIMO (?) IUVENTUTIS. L'empereur debout à gauche d'un trophée.

Un P. B. de Gallien (de 260 à 268), R. Dianæ cons. aug. Un cerf marchant à gauche, X dans le champ.

Un P. B. de Théodose Ier (de 379 à 395).

Un autre probablement du même empereur et deux P. B. de Théodose Ier ou de Théodose II.

Ces quatre dernières monnaies sont en mauvais état.

Monnaies fausses. — Des grenailles de bronze, martelées, aplaties, au nombre de onze, ont été recueillies depuis le centre de la grotte jusqu'au fond. La plus grande de ces rondelles de bronze à 18 millimètres de diamètre, la plus petite 11 millimètres, l'une d'elles a 3 millimètres d'épaisseur. Elles pèsent de un gramme et demi à 3 grammes.

Ces rondelles sont *sous le coup* du marteau qui les a écrasées, elles ne portent aucune trace d'effigie ou d'inscription. On est en droit de se demander si leur fabricant n'escomptait pas les mêler simplement telles quelles lors de ses achats, aux petits bronzes des IIIe et IVe siècles, de dimensions analogues, si souvent usés et indéchiffrables?

Les débris d'un ou de plusieurs creusets en argile sableuse réfractaire, aux parois vitrifiées par l'épanchement des scories et du fondant en fusion (*laitier*), ont été retrouvés disséminés.

Six grenailles de bronze, de forme allongée, du poids total de 18 grammes, ont été recueillies au cours des fouilles dans le même milieu.

Une dalle en grés, couverte de scories vitrifiées et de petites larmes de bronze sur ses deux faces a été trouvée, au centre de la grotte, on comprend qu'elle devait servir de support au creuset et qu'il a été fait au moins deux fontes.

Un nombre indéterminable de grenailles et de débris de bronze a certainement échappé à nos recherches; une des grenailles, écrasée, devait être accolée à d'autres par l'oxyde, comme si on les avait mises en piles.

Fer. — Indépendamment du clou fixé dans la grande rondelle, il a été recueilli 20 clous en fer depuis 110 millimètres de longueur, presque tous à tête ronde aplatie et à tige carrée; un très gros clou de 72 millimètres de longueur; 4 fragments de fer plats; un long poinçon de 145 millimètres de longueur, aplati, très pointu, et un ressort de couteau moderne, forment le lot principal des objets de fer. Un anneau rond soudé, de 40 millimètres de diamètre, un fragment de chaîne légère, composé de trois anneaux en ∞ et d'un quatrième, ovale, formant boucle, constituent, en y joignant le lot précédent et l'ardillon de la fibule cité plus haut, tout le fer découvert dans la grotte.

L'ensemble en est certainement gallo-romain.

Verre. — Quelques débris de verre très altérés, sont en pâte verte, sauf deux fragments très clairs. Trois ou quatre vases sont ainsi représentés, dont l'un était très épais; il s'agit probablement de verres à boire façonnés en calices, avec un bord relativement épais, qui est généralement comme rodé à plat. On peut dater ces débris de la fin de la période gallo-romaine au début de la période burgonde, du IIIe au Ve siècle.

Céramique. — Ce chapitre, qui aurait pu être si intéressant si les couches archéologiques avaient été intactes, est, au contraire, de toute la fouille, ce qu'il y a de plus confus; il vaut néanmoins la peine d'être entrepris et donnera quelques indications utiles.

Néolithique. — Les débris céramiques de cette époque sont nombreux; on peut estimer qu'ils représentent ou ont appartenu à plus de 80 vases, dont quelques-uns sont ornés de coups d'ongles, d'autres, moins nombreux, d'empreintes faites au poinçon, d'autres, plus rares encore, ont leurs bords également ornés à l'ongle. Il y a tout au plus une quinzaine de variétés de dessins, tous bien grossiers, comme toute la céramique néolithique de ce gisement. Les vases sont de faibles dimensions, sauf un exemplaire, orné en creux, sur son pourtour de larges sillons horizontaux le rapprochant d'un type fréquent dans l'Ardèche. Tous

contiennent des matières dégraissantes, de la calcite surtout. Un certain nombre de fragments de vases assez volumineux, à pâte plus serrée, avec matière dégraissante broyée plus finement, portent des ornements comme incisés, des traits en creux verticaux, biais ou horizontaux : peut-être faut-il classer ces échantillons au Bronze, malgré leur aspect grossier. Pour les débris céramiques à classer aux époques du Bronze et du Fer, on peut estimer à plus de 50 le nombre de vases représentés. La série des vases lissés, à couverte noire, avec cratère bien ouvert, s'y trouve en assez nombreux fragments, rappelant les types du lac du Bourget. Cette céramique mince est très fragmentée.

A cette époque, il y a aussi de gros vases, grossiers : on peut être embarrassé pour les répartir du Néolithique au Fer ; néanmoins, certaines formes larges, plates, lissées à l'extérieur ou à l'intérieur, sont à classer au Bronze. Il faudrait pouvoir distinguer dans ce groupe ce qui revient au Fer.

Il y a des échantillons qui ont des zones colorées, que l'on pourrait croire peintes : ceci est possible, mais le petit volume et le mauvais état des fragments examinés rendent cette hypothèse très discutable.

L'époque du Fer paraît bien représentée, seulement, il est difficile de fixer exactement ce qui est de la fin ou du commencement de cette période ; il faut noter aussi que certaines formes locales persistent pendant tout le gallo-romain, tout en bénéficiant des techniques nouvelles.

Des fragments d'une céramique mince, tournée, lissée à l'extérieur sur couverte jaune-brun, montrent sur la panse, une couverte blanche, semblable à celle qui est si bien représentée au musée de Roanne et que M. Déchelette place, je crois, à la fin du Fer.

La céramique gallo-romaine, dont les débris étaient nombreux dans la grotte, représente tous les types de nos régions : la grande amphore pansue, celle à fond plat, moins grande, les diverses petites poteries en terre rouge, les olla et les plats en terre grise avec *grains de sable*, ainsi que les nombreux types de petits vases, lissés, ou simplement tournés, plombés, gris, noirs, si fréquents dans ce millieu.

On peut estimer à plus de quatre-vingts le nombre de vases gallo-romains représentés.

Anses. — Trois anses vraies, d'une saillie à double mamelon, sont à dater du Néolithique ; deux autres du Bronze, ou du Fer ; une de la fin du Samien.

Trois mamelons rectangulaires ont, sans doute, appartenu à deux vases du haut Moyen Age et deux anses, avec un sillon médian, indiquent des vases burgondes.

Poteries réparées. — Trois fragments à classer du Bronze au Gallo-Romain portent des trous de réparation, l'un d'eux possède encore un fort fil de fer fixé par l'oxyde.

Un quatrième fragment en céramique grise, de pâte très fine, a également un trou de réparation.

Poteries ornées. — Deux fragments du fond d'une poterie grise, à pâte très fine, avec couverte gris-noir, sont ornés de petites étoiles à douze rayons imprimés en creux ; au centre, il y a une autre étoile avec un deuxième rang de rayons.

J'ai recueilli, dans le sous-sol grenoblois, un exemplaire absolument semblable, portant des étoiles un peu plus grandes.

Un autre vase tourné, dont il a été recueilli des fragments importants, de même technique que le précédent, porte, sur tout le tour du col, une série de

feuilles, imprimées dans la pâte molle. Ces feuilles, la pointe en bas, ont été estampées une à une, sous leurs pointes et sur la panse du vase, il y a des rangées de petits crans que l'on croirait creusés légèrement avec l'ongle : on pourrait penser à un molettage.

Le sous-sol grenoblois m'a donné deux exemples, sur même pâte, de feuilles de style semblable, imprimées de la même façon.

Un autre fragment de même terre grise fine, porte un réseau losangé, coupant de petits cercles et d'autres petits cercles forment les pointes extérieures de chaque losange.

Une autre céramique, grise, mince, avec couverte jaune-brun, montre plusieurs rangs de petites empreintes ovales obtenues au molettage.

D'autres échantillons en terre fine, mince, mais rosée, à couverte jaune-brun, portent un filet étroit molette ; l'intérieur est garni d'une couverte brun-rouge.

Enfin, une série de débris de grands vases, en terre grise très fine, bien tournés, portant parfois une légère couverte gris-noir d'un type assez fréquent dans la région, est comme les échantillons de la précédente série (Poteries ornées) difficile à identifier et à attribuer à une époque.

Cette céramique porte parfois des dessins faits très légèrement au lissoir : traits ondulés, parfois par séries parallèles de quatre et plus.

Les vases qui portent des empreintes étoilées, estampées, sont de la même technique que ceux-ci.

Certains de mes collègues veulent voir là de la céramique de la fin du Fer, d'autres la placent du VI^e^ au X^e^ siècle. Je ne l'ai rencontrée qu'une seule fois mêlée à de la céramique Néolithique et peut-être à celle du Bronze, à Rochefort (Isère), sur un espace très restreint dans un champ qui m'a donné un fragment de bracelet en schiste.

La plupart des échantillons ci-dessus, depuis le chapitre *Poteries ornées*, sont à classer du II^e^ au VI^e^ siècle, sans que je puisse être affirmatif et sans qu'il soit possible de nier qu'on puisse en classer certains à la fin du Fer.

Deux fusaïoles en terre cuite, l'une conique, l'autre sphérique, celle-ci avec une cavité demi-cylindrique d'un côté sont à classer au Néolithique ou au Bronze ; elles ont respectivement 30 et 40 millimètres de diamètre.

La poterie dite samienne, nous a montré des débris de la belle époque, mêlés à ceux qui, de plus en plus décadents, font voir l'évolution régressive d'une industrie qui, finalement ne donne plus que des vases ternes ou irisés, sans ornements et irrégulièrement cuits.

Quelques débris de vases incisés, un fragment barbotiné, d'autres guillochés au tournassage, montrent tous les genres de l'époque.

Un fond de bol samien porte, gravé au trait, deux lignes croisées à angle droit et, dans un des angles, la lettre A.

Il n'y avait aucun sujet en relief sur ces vases, ni aucune marque de potier.

En plus, les débris de quatre ou cinq vases burgondes, à assimiler aux vases mérovingiens et carolingiens ; l'un d'eux portait des dessins molettés ; un fragment important d'un autre est un fond bombé, qui a été trouvé dans un terrier situé sous la première couche de tuf. Le même terrier contenait aussi un tesson de poterie samienne.

Il faut ajouter au chapitre *Céramique*, une jolie petite amphore gallo-romaine à deux anses, trouvée en H dans un sable jaunâtre siliceux, remplissant une étroite fissure rocheuse.

Elle était couchée sur le côté ; la partie de la panse placée en dessus est

éraillée par le passage répété de petits animaux, rats, etc., qui se réfugiaient dans le fond de la fissure.

Le sable remplissait prèsque complétement le vase, qui ne contenait pas autre chose.

Un engobe léger, se rapprochant du rouge samien, enveloppe complétement cette amphore, dont voici les dimensions:

Hauteur	22 centimètres
Diamètre.	17 —
Largeur du col	9 —
Largeur du fond	9 —
Contenance mesurée au plomb de chasse et à l'eau.	2 litres.

Ce vase ne porte ni trait gravé, ni marque de potier. Il est à classer du IIe au IIIe siècle.

CONCLUSIONS

Cette grotte, située à 50 minutes de celle de Fontabert, (qui a donné le croissant de jade) dans un centre en contenant beaucoup de plus confortables, a été fréquentée depuis le Néolithique jusqu'à nos jours, mais de façon très variée.

Vers la fin du IIe siècle de notre ère, des gallo-romains ont vidé la grotte et ont atteint une couche de tuf sableux qui en occupait presque toute la surface, au cours de ce travail ils ont enlevé les couches archéologiques comprenant le Néolithique, le Bronze et le Fer, et le peu qui en restait, plaqué contre les parois, ou logé dans des dépressions, nous est parvenu, après avoir été encore remanié par les animaux fouisseurs et par l'homme lui-même.

On peut estimer que l'habitat a été ininterrompu du IIe au Ve siècle, ensuite, à part quelques débris de céramique burgonde, dont le type a bien pu persister jusqu'aux Xe et XIIe siècles, les vestiges d'industrie humaine sont très rares et sûrement accidentels.

Le fond de la grotte, assez humide, possédait des strates moins puissantes, les animaux fouisseurs y avaient, en plus, accumulé des quantités de sable siliceux provenant de leurs terriers.

Sur divers points, le banc de tuf, épais de 50 à 60 centimètres, a été traversé par la pioche, dans l'espoir de rencontrer, en dessous, des assises plus anciennes, magdaléniennes, par exemple.

Une couche de terre de plus de 50 centimètres d'épaisseur située sous le premier banc de tuf et sur un deuxième semblable, n'a rien donné, si ce n'est, dans les terriers de blaireaux, quelques os et quelques tessons de poteries, descendus de la surface; notamment, des débris samiens et burgondes, ainsi que des fragments de tuiles à rebords. Ces tuiles, dont les débris, souvent calcinés, étaient nombreux dans toute la grotte avaient été apportées là, non pour servir de couverture, mais certainement pour des besoins ménagers divers.

Des fragments en ont été trouvés à 2m,50 de profondeur.

Certains fonds de vases, formant encore des récipients suffisants, ont certainement été apportés du dehors dans cet état.

Malgré la présence d'une fibule en cuivre doré incomplète, qui n'est pas dans un milieu d'un luxe correspondant, on peut affirmer que les habitants Gallo-Romains de la grotte étaient misérables, ils devaient cultiver quelques replats voisins. Il existe à 200 mètres de là, sur un petit plateau, une masure en ruine, adossée à une paroi rocheuse. Cette masure était encore habitée il y a cinquante ans, elle occupait l'emplacement d'une construction plus ancienne, car la paroi rocheuse porte des entailles creusées à la broche, destinées à recevoir des poutres, ce qui est fréquent dans les balmes et grottes de notre région. en des points où comme aux Balmes de Glos, près de Fontaine *(op. cité)*, on trouve du mortier et des débris gallo-romains, mêlés à d'autres datant du haut Moyen Age.

Ce qui est remarquable, c'est la présence, dans les grottes de la vallée de l'Isère, d'une population misérable vivant à quelques pas de nombreuses exploitations agricoles gallo-romaines prospères, situées sur les coteaux ou dans la plaine.

Les abords des balmes de Buisse ont déjà donné de nombreux vestiges de ces dernières, depuis Voreppe jusqu'à Voiron.

J'ai pu exécuter cette fouille grâce aux subsides de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Je dois aussi remercier Mme la Directrice de l'hospice de Voreppe qui m'a laissé fouiller un terrain appartenant à cet hospice, enfin M. Hue dont les analyses sont si précieuses.

M. JULLIEN

Docteur en Médecine, à Joyeuse (Ardèche)

ET

M. MULLER

FOUILLE D'UNE GROTTE FUNÉRAIRE DANS LES BALMES D'AURIOLLES (CANTON DE JOYEUSE, ARDÈCHE)

— 7 août —

Cette grotte, d'un accès difficile, située dans une falaise, à pic sur la rivière de la Baume, a donné, dans une vaste salle, absolument obscure, de nombreux os humains et des débris céramiques en grande quantité. Un seul silex y a été recueilli. De nombreux foyers, ainsi que quelques os d'animaux (débris de repas), y ont été relevés.

La céramique paraît à cheval sur le Néolithique et le Bronze, les fragment en sont parfois volumineux et certains sont d'une technique remarquable.

Aucun objet de fer ou de bronze; cette grotte nous a donné l'impression d'un ossuaire dans lequel les squelettes, décharnés au dehors, étaient apportés et déposés sans ordre dans un coin quelconque.

Discussion. — M. Marcel Baudouin. — A propos d'une des pièces présentées et relatives à une *première phalange d'animal* non déterminé, présentant un trou sur l'une de ses faces, permettez-moi de citer, pour prendre date, des recherches, faites en collaboration avec MM. le Dr H. Martin et Edmond Hue, et les conclusions auxquelles je suis arrivé, en ce qui concerne ces orifices des phalanges. Il y en a de plusieurs ordres :

1° Trou se produisant *spontanément*, par un mécanisme spécial, dû à une disposition anatomique, chez le Renne (1re phalange); il siège en un point précis de l'extrémité supérieure. A été observé à l'époque préhistorique. (La Quina, Moustérien) ;

2° Trou siégeant au même endroit, préparé et *poli* par l'homme (sifflets ou flacons préhistoriques) ;

3° Trou double de l'extrémité inférieure dû à l'homme (Pendeloque);

4° Trous divers, unique ou multiples, de l'extrémité inférieure ou supérieure (morsures d'animaux carnassiers, faciles à distinguer, etc.).

Il est probable que c'est la première espèce de trou laquelle a pu être étudiée à fond sur le Renne quaternaire et l'animal moderne, qui a donné à l'homme préhistorique l'idée d'utiliser la phalange de cet animal, de la *percer. et* d'en *polir les bords* : d'où le *sifflet*, qui est peut-être un flacon, ou même autre chose.

M. J.-B. DELORT

Professeur honoraire de l'Université (Cosne) (Nièvre).

STATION PRÉHISTORIQUE DES AUGERONS (PRÈS COSNE, (NIÈVRE)

— 7 août —

Cosne, figurant sur l'itinéraire d'Antonin, est reconnue ville dont l'origine se perd, comme disaient nos vieux chroniqueurs, dans la nuit des temps.

Partant de là, un anthropologiste devait retrouver, dans les alentours de cette vieille cité, des traces de ces civilisations de beaucoup plus vieilles que nos plus antiques cités, et c'est ainsi que nous sommes arrivé à découvrir tout autour de Cosne, quantité de silex, tous portant les caractères auxquels nous reconnaissons indubitablement qu'ils ont passé par les mains de l'homme. Toutefois, ces trouvailles sporadiques ne nous suffisaient pas pour une classification sérieuse.

Nous cherchions encore, lorsque nous tombâmes, aux portes mêmes de Cosne, sur une station en plein air de marque bien moustériennè.

Seulement, nous avons à faire ici à une station remaniée, la station des Augerons étant emplantée de vignes.

C'est dire que chaque fois que l'on excursionne dans ces vignes, l'on est sûr d'en rapporter de nouvelles pièces.

Les divers spécimens recueillis jusqu'ici nous permettent d'affirmer que, sauf la civilisation acheuléenne introuvée jusqu'ici, toutes les autres y sont représentées jusques et y compris celle qui touche à notre civilisation, la robenhausienne.

Au reste, cette station, située sur la rive droite de la Loire, a rayonné sur la rive opposée où j'ai recueilli de beaux échantillons moustériens.

Le jour donc où un géographe préhistorien s'avisera, faisant œuvre de synthèse, de dresser la carte de France préhistorique, il pourra en toute sûreté, y donner une bonne place à l'antique Condate.

M. Marius DALLONI

Collaborateur à la Carte Géologique de la France (Marseille.)

SUR QUELQUES GISEMENTS DE SILEX TAILLÉS DES VALLÉES DE LA DORDOGNE ET DE LA VÉZÈRE

— 7 août —

Le Préhistorique des vallées de la Dordogne et de la Vézère a fait l'objet de travaux nombreux et importants, grâce auxquels nous connaissons bien cette région classique; mais il semble que les études de détail et les observations rigoureuses permettront d'y faire encore d'intéressantes découvertes. Pour notre compte, chargé de tracer le contour des affleurements géologiques sur la feuille au 1/80.000e de Bergerac, nous avons pu, au cours de nos premières explorations, faire quelques remarques que nous croyons utiles de publier, bien qu'elles soient encore sans lien sérieux entre elles et qu'elles ne nous autorisent pas à formuler des conclusions.

Nos observations ont été limitées jusqu'ici à la rive droite de la Dordogne, entre Bergerac et le confluent de la Vézère, et aux alentours de ce dernier point.

Stations de la rive droite de la Dordogne.

On connaît le grand nombre et la richesse des stations des environs de Bergerac, exploitées surtout par les marchands et quelques collectionneurs; des milliers de silex taillés ont été recueillis autour de cette ville, au hasard du glanage, et dispersés un peu partout, sans que le moindre esprit

d'observation scientifique paraisse avoir guidé les chercheurs. Aussi, ne possède-t-on que des idées confuses sur les caractères propres des diverses industries préhistoriques de la région, leur âge et leur succession; il est même admis, généralement, que cette classification est impossible, en raison du mélange des industries d'âges très différents qui serait la règle dans ces gisements en plein air, qui sont les seuls, bien entendu, dont nous nous occuperons.

Cependant, en parcourant le pays, on se rend bien compte que les silex taillés n'y sont pas disséminés au hasard sur toute la surface du sol, mais qu'ils sont rassemblés le plus souvent en certains points bien délimités, en de véritables « stations », qui, comme partout ailleurs, s'expliquent par des particularités topographiques ou des considérations géologiques; il m'a paru que ce serait un travail utile que de préciser, autant que possible, la situation de ces gisements (dont un grand nombre reste encore à découvrir) et d'étudier *en elles-mêmes* ces stations ainsi individualisées. La première impression que l'on éprouve alors, c'est qu'elles sont beaucoup plus « pures » qu'on ne le pense généralement et qu'il sera sans doute possible un jour d'indiquer pour chacune leur originalité propre et, en l'absence de faune, leur âge approximatif d'après les caractères de l'industrie lithique.

C'est là un travail de longue haleine et cette note n'a d'autre but que d'y apporter une modeste contribution.

Gisements des Alluvions. — Les alluvions anciennes de la Dordogne peuvent être étudiées dans certaines exploitations ouvertes pour le ballast et l'empierrement des routes, autour de Bergerac. Il sera très utile de préciser les divers niveaux quaternaires de la vallée; bien que les indications fournies par la faune soient très rares, on peut espérer qu'elles ne feront pas entièrement défaut : déjà, une belle défense de mammouth trouvée, il y a longtemps, dans la gravière Favareille, à Pombonne, figure au musée de Périgueux. Mais il est évident que c'est surtout la stratigraphie seule qui permettra une première classification de ces dépôts, où l'on rencontre assez souvent des silex paléolithiques.

Les gravières ouvertes dans les bas niveaux montrent, en général, un conglomérat fluviatile épais de 7 à 8 mètres et dont les éléments, bien roulés, sont empruntés aux terrains anciens du Plateau Central (granites, gneiss, porphyres, etc.), ainsi qu'aux calcaires du Crétacé supérieur qui occupent la plus grande partie de la feuille; ce sont ces derniers qui ont fourni les gros rognons de silex de la craie utilisés par les Préhistoriques. Au-dessus de ce dépôt caillouteux, repose souvent, comme à Saint-Ongers par exemple, 1 à 2 mètres de limons et de sables fins.

Parmi les éclats de silex qui forment en partie le poudingue de base, les plus nombreux sont absolument naturels et sans indice certain d'utilisation, si l'on se défie des apparences; d'autres silex *paraissent* avoir été touchés par l'homme; enfin, il en est qui sont incontestablement taillés et qui sont même d'excellents outils. Le triage de cette première série de documents présente déjà certaines difficultés.

Il est assez rare de recueillir les silex encore en place dans les gravières;

l'exploitation qui nous en a fourni quelques-uns est située à droite de la route de Bergerac, au Bout-des-Vergnes, sur la berge même du Caudou. Parmi les cailloux roulés on observe en ce point des silex grossièrement taillés, qui paraissent représenter des sortes de ciseaux ou coins, à tranchant ébréché par l'usage ; certaines pièces discoïdes sont retouchées sur leur pourtour ; d'autres, amygdaloïdes, simulent des coups-de-poing de dimensions médiocre ; il existe aussi de bonnes pointes à main, triangulaires, qui font penser aux pointes moustériennes ; à un niveau qui semble plus élevé, nous avons recueilli bien en place des lames assez nombreuses, parfois appointées.

On peut observer, dans cette gravière, un bon exemple de la « stratification entrecroisée » que présentent souvent les dépôts dus à un régime torrentiel et irrégulier et qui offre, en tous points, l'illusion de strates énergiquement plissées (*fig. 1*) ; les lits de poudingues, de sables ou de limons se rencontrent obliquement et paraissent se couper, en s'infléchissant de manière bizarre. Il résulte de cette disposition ce fait intéressant que des pièces recueillies à des hauteurs très diverses peuvent appartenir au même niveau, puisqu'elles sont situées dans la même couche.

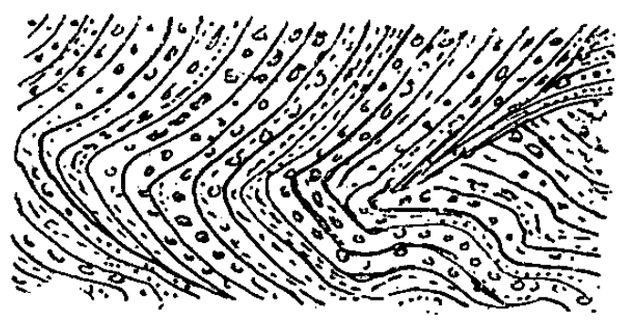


FIG. 1.

Les sables et limons supérieurs à ce cailloutis recèlent des silex très différents des précédents et beaucoup plus récents : petites lames, grattoirs, perçoirs ; c'est déjà une industrie magdalénienne et peut-être même néolithique (Saint-Ongers, etc.).

Les terrasses des hauts niveaux s'appuient sur le flanc des coteaux tertiaires qui bordent la vallée principale ou celles des cours d'eau secondaires ; nous n'avons pas observé de couche archéologique dans les gravières où l'on exploite ces alluvions entre Bergerac et la limite Ouest de la feuille, sur la rive droite de la Dordogne. A quelques kilomètres au nord de Bergerac, dans la vallée empruntée par la voie ferrée de Mussidan et à l'angle du chemin qui conduit au hameau de Lescuretie, une tranchée ouverte dans les argiles tertiaires à cailloux roulés (A. T., *fig. 2*) montre à la partie supérieure un niveau qui peut être quaternaire et qui nous a donné de grands silex paraissant taillés ; ce sont encore des sortes de coins qui ont pu être employés à l'abatage des arbres, par exemple ; de larges pièces ovalaires au contour retaillé, d'énormes racloirs, des ciseaux ou des perçoirs. Si ces pièces ont été réellement adaptées par l'homme à l'utilisation qu'elles nous suggèrent, il convient de les classer avec celles des niveaux inférieurs des gravières.

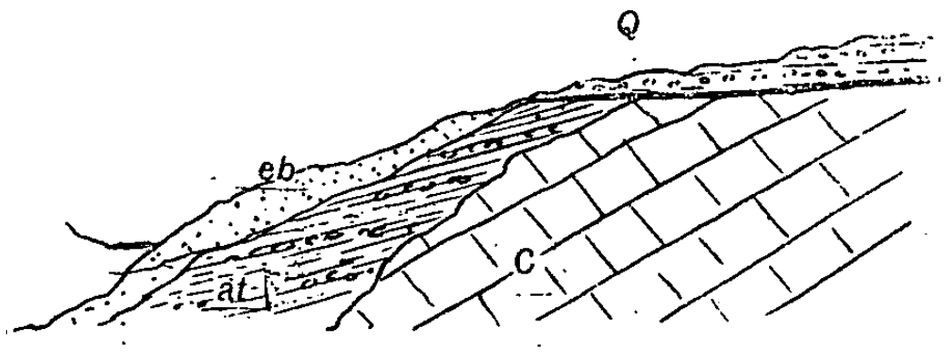


FIG. 2.

Stations des plateaux. — Une station importante, qui entre dans une deuxième catégorie de gisements, ceux des plateaux et des flancs de coteaux, est située au-dessus du même point, sur la pente cultivée en vigne. On y rencontre à la surface du sol labouré de nombreux silex, parmi lesquels les lames sont surtout fréquentes ; ce sont ordinairement de grandes pièces, larges et relativement

minces ou épaisses et plus étroites et toujours retouchées sur l'un des bords seulement; parfois, l'un des bords est mousse et l'autre retouché à grands éclats, ce qui procure de beaux racloirs de type moustérien. Les autres formes sont épaisses et trapues : tranchets avec biseau coupant, ciseaux ou lissoirs, grattoirs trapézoïdaux ou rectangulaires, les uns présentant des encoches avec retouches, d'autres retaillés sur toute la longueur des bords, etc. On rencontre également des pointes analogues à celles du Moustérien, tandis que d'autres, plus grêles, se rapprochent des lames appointées.

Enfin, nous avons recueilli avec les silex précédents plusieurs coups-de-poing, taillés sur les deux faces ou sur une seule ; ces instruments sont vraisemblablement plus anciens que la majeure partie de ceux qui constituent l'industrie précédente et nous avons pu reconnaître leur gisement primitif. A la limite même de la partie cultivée, et, dominant la pente, s'étend un plateau assez irrégulier formé par les calcaires crétacés (C, *fig.* 2) et recouvert par un niveau quaternaire (Q) peu épais (1 mètre en moyenne) de limons et de cailloux roulés, mélangés à des produits de décalcification (sable rouge); de cette assise, nous avons pu extraire plusieurs coups-de-poing encore en place, ce qui montre bien l'origine du mélange : les coups-de-poing et d'autres pièces du même niveau ont roulé sur le flanc du coteau, recouvert par l'éboulis de pentes (EB), où gisait une industrie plus récente. Le croquis ci-dessus permet de se rendre compte des faits. On peut penser que, pour la plupart des stations analogues de la vallée, il serait possible de relever une coupe semblable et de séparer les niveaux archéologiques d'âge différent; si cette interprétation correspondait à la généralité des faits, il serait permis d'en conclure que le mélange des diverses industries à la surface du sol est *postérieur,* le plus souvent, à l'occupation des lieux par les tailleurs de silex.

Toutifaut. — Presque à la lisière Sud du bois qui s'étend vers Saint-Julien-de-Crémose, le chemin qui descend vers Bergerac traverse le plateau de Toutifaut, où commencent les cultures; nous avons pu reconnaître en ce point une station paléolithique très riche et remarquable, qui fera d'ailleurs l'objet d'une monographie spéciale.

Le sol est constitué en majeure partie par des sables siliceux légers, à la surface desquels les labours ont ramené de nombreux silex taillés. Les coups-de-poing sont fréquents et souvent admirablement taillés sur les deux faces, amincies et bien régularisées; d'autres pièces sont globuleuses et tendent parfois vers un contour triangulaire; il en est de dissymétriques, avec une face presque plane et l'autre bombée; les ébauches sont fréquentes. L'industrie qui accompagne les coups-de-poing est très variée : les lames sont bien représentées, comme dans le gisement précédent et elles offrent des caractères analogues; les « couteaux » de petite taille sont fréquents; il existe de véritables burins sur bout de lame, des grattoirs doubles très soignés, des perçoirs et des sortes de pointes (à main ?) parfois arquées légèrement en bec de perroquet.

Il est douteux que cette belle industrie soit contemporaine des coups-de-poing; mais elle est en elle-même très homogène et elle date certainement d'une seule époque qui reste à déterminer.

Entre Lembras et Pombonne, sur la rive droite du Caudou, un petit plateau voisin des sablières nous a fourni une industrie lithique présentant une grande ressemblance avec la précédente; les lames sont également très nombreuses : elles caractérisent vraiment ce groupe de stations par leur abondance. En outre, on recueille des silex discoïdes épais, racloirs ou grattoirs, des pointes, etc.

On sait combien les bords de la Dordogne, entre Bergerac et le village de Creysse, ont donné de beaux silex taillés, recueillis pour la plupart par un marchand qui en a fourni, entre autres, de belles séries au musée de Périgueux; les coups-de-poing acheuléens et moustériens sont surtout fréquents, vers Pechcarmant, les Galinoux, Tiregard, etc.

Mouleydier. — Un peu à l'ouest de Mouleydier, sur le petit plateau de Biran, on peut recueillir en abondance des silex taillés parmi les gros rognons roulés de silex de la craie, qui s'étendent d'ailleurs en véritable nappe sur toute la bordure des coteaux. Les silex récoltés se partagent facilement en deux séries; les uns présentent au plus haut point le faciès éolithique : ce sont de grosses pièces, souvent même énormes, qu'on peut dénommer racloirs, perçoirs, tranchets, parce que l'adaptation à l'un de ces usages est évidente sans que la forme générale de l'instrument se rattache cependant à un type connu quelconque. Elles entrent dans le même groupe que les pièces de même physionomie que nous avons observées à Lescuretie et dans les bas niveaux des gravières de Bergerac. Dans une seconde catégorie se placent un certain nombre de pièces très analogues à celles de Toutifaut et de Lembras; signalons parmi elles un beau grattoir double, très soigné; un coup-de-poing à talon réservé, taillé à grands éclats et de facture très archaïque.

Entre ce gisement et Lalinde sont situées, sur la bordure même du plateau calcaire qui domine faiblement la vallée, les stations magdaléniennes de la gare de Couze et du Soucy. Si l'on continue à suivre la base de l'escarpement, on rencontre encore, avant le hameau de Sauvebœuf, de nombreux silex taillés dans les champs de *Plane* et sous *Lafaye;* ce sont, en majeure partie, de grossiers outils de fortune, obtenus par la retouche d'arêtes naturelles. Ces pièces sont d'ailleurs fortement roulées. Le reste de l'outillage : burins, fragments de lames épaisses, grattoirs et racloirs, ne paraît pas différer des instruments de même nature qu'on recueille dans les gisements magdaléniens voisins.

Vallée de la Vézère.

Sur les rives de la Vézère, on rencontre assez fréquemment, à la surface des plateaux ou sur les pentes remaniées des coteaux qui bordent la rivière, des stations qui offrent un intérêt spécial : l'examen de l'industrie montre des analogies évidentes avec celle des stations classiques si bien connues de la région. Nous avons reconnu quelques-uns de ces gisements, qui sont certainement des ateliers de taille contemporains de ces habitats.

Coteaux à l'ouest du Bugue. — A la surface des champs que traverse la route du Bugue à Saint-Avit-de-Vialard, au-dessus de la grande pente qui descend sur la Vézère, on recueille des silex assez nombreux, offrant de grandes ressemblances avec ceux des environs de Lalinde; ils sont ordinairement roulés et polis par le frottement. L'outillage, de médiocre dimension, comprend des grattoirs circulaires, plats ou carénés, des lames grattoirs, des perçoirs; les lames sont rares et les éclats de taille nombreux. Il s'agit probablement d'un atelier magdalénien.

Ateliers de Péloux. — Sur les plateaux qui s'étendent entre la Vézère et la Beune, dans les champs de Péloux, nous avons également constaté la présence de silex taillés intéressants, parmi lesquels de petits coups-de-poing de faciès moustérien; d'autres pièces offrent le passage du coup-de-poing au racloir, l'un des bords restant épais, tandis que l'autre est retouché à grands éclats. On ren-

contre en outre de véritables pointes à main à talon réservé et, accompagnant cette industrie à physionomie moustérienne, des silex très vraisemblablement magdaléniens : lames grattoirs, parfois combinées avec le burin ou le perçoir, grattoirs carénés, lames épaisses avec encoches ou retouchées sur tout leur pourtour : ces retouches sont souvent verticales, comme sur les pièces de certains niveaux de l'Aurignacien.

Ateliers de Chantègre. — Entre Florac et Le Moustier, s'élève un plateau culminant (288 mètres), admirablement placé pour permettre la surveillance des bords de la Vézère et de la région voisine; il est situé près du lieu dit Chantègre, sur la carte de l'État-Major. C'est un gisement assez riche qui nous a fourni de nombreux silex certainement moustériens : coups-de-poing, racloirs, disques, pointes triangulaires. Les rognons siliceux roulés jonchent le sol et c'était là, sans aucun doute, l'un des points que choisissaient les habitants du Moustier pour y travailler leur matière première.

Plateaux au sud des Eyzies. — Au sud des Eyzies, sur les bords mêmes de la Vézère, on remarque de grandes poches creusées par l'érosion dans les calcaires du Crétacé supérieur (C, *fig. 3*) et comblées par des apports torrentiels, formés, en grande partie, de galets roulés de granite et de pegmatite venus du Plateau Central; l'altération prolongée de ces roches feldspathiques a décomposé le silicate d'alumine et donné lieu à des gisements de kaolin qu'on exploite activement dans des carrières qui permettent de bien étudier le dépôt. On constate que la masse kaolinique (K) a été, à son tour, ravinée profondément par les sables sidérolithiques (S) et ce nouveau dépôt alluvionnaire a été remanié en surface pendant le Pléistocène (Q).

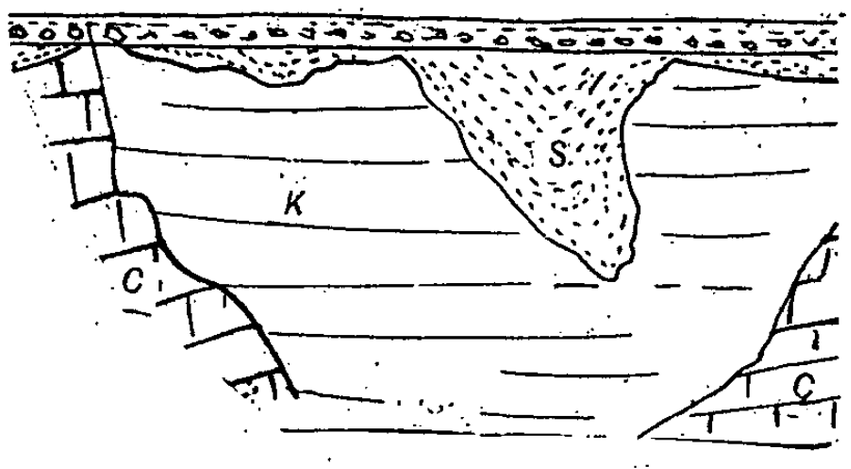


FIG. 3.

M. Capitan, après avoir émis récemment l'hypothèse (1) que les kaolins et les sables rouges résultaient d'une formation ascendante, épanchée de la profondeur, indiquait qu'il avait pu recueillir, dans les sables mêmes, des silex taillés représentant une industrie très primitive, chelléenne ou peut-être même pré-chelléenne. Le fait nous paraissait d'autant plus douteux, que ces sables rouges correspondent à ceux qui constituent, en grande partie, dans toute la région, la formation sidérolithique, qui remonte à l'Oligocène; et l'observation a confirmé notre manière de voir.

Voici la coupe que nous avons pu relever dans la principale des carrières de kaolin :

ACTUEL :

50 centimètres. — Terre superficielle à poterie romaine.

1 mètre. — Sables et limons à silex néolithiques (perçoirs, grattoirs).

(1) Dr L. CAPITAN. *Le Paléolithique ancien du sommet des plateaux le long de la Vézère, aux environs des Eyzies.* Association Française. Congrès de Reims, 2e vol., séance du 6 août 1907.

PLEISTOCÈNE :

3 à 4 mètres. — Sables et limons grisâtres avec lits de cailloux roulés. Niveau des silex paléolithiques.

OLIGOCÈNE :

12 à 15 mètres. — Sables rouges du sidérolithique, en poches dans les argiles kaoliniques.

Ainsi, il n'est pas douteux que les seuls silex vraiment taillés appartiennent au niveau quaternaire bien visible dans la tranchée; les éclats et rognons de silex qu'on recueille dans la masse des sables rouges, ainsi d'ailleurs qu'au milieu du kaolin, sont des cailloux siliceux remaniés, arrachés à la craie sous-jacente et ne présentent aucune trace d'utilisation.

En résumé, les quelques observations que nous avons pu faire sur un certain nombre de gisements préhistoriques de la région, montrent surtout l'intérêt qui s'attacherait à des recherches méthodiques; elles permettraient de reconnaître un très grand nombre de stations ignorées et d'étudier soigneusement des industries aussi riches que variées, qu'il serait sans doute possible de classer après un laborieux travail de comparaison. S'il est indiscutable que le mélange de vestiges d'époques très différentes peut être un obstacle sérieux à un classement sans reproches, il apparaît, d'autre part, que, dans l'ensemble, les différences entre les outillages non synchroniques d'une même station sont assez tranchées et que l'on ne rencontre que rarement, sur un même point, des vestiges d'époques nombreuses ou même rapprochées l'une de l'autre; c'est ainsi par exemple que, pour notre part, nous n'avons jamais trouvé, dans les stations précédentes. de pièces caractéristiques du Néolithique, comme les haches polies et les pointes de flèches.

D'autre part, l'étude sérieuse et détaillée des formations quaternaires de la région est entièrement à faire et permettra de résoudre d'intéressants problèmes, intimement liés à ceux de la Palethnologie.

M. Ernest CHANTRE

Ancien Sous-Directeur du Muséum des Sciences naturelles (Lyon.)

1° L'AGE DE LA PIERRE DANS LA BERBÉRIE ORIENTALE, TRIPOLITAINE ET TUNISIE (RÉSUMÉ)

— 8 août —

Des vestiges nombreux de l'homme préhistorique de l'âge de la pierre ont été signalés, depuis fort longtemps, dans les diverses parties de l'Afrique du nord, mais nulle part ailleurs, ils n'ont été trouvés en masses aussi considérables que dans la Berbérie orientale. Les gisements de Gafsa dans

le sud tunisien ont plus particulièrement attiré l'attention par leurs richesses. Plusieurs savants, notamment MM. les docteurs Collignon (1), Couillault (2),Eybert (3), et plus récemment le professeur Schweinfürth (4), en ont donné de telles descriptions qu'ils sont actuellement assez bien connus. Mais Gafsa n'est pas la seule localité de cette région où l'on trouve en abondance des objets néolithiques et paléolithiques. Dans toute la zone qui s'étend entre ce point et la mer, à l'est et au sud des Schotts, au Mont Orbata, au nord, il suffit de se baisser pour ramasser des silex taillés d'âges différents. Dans la seule oasis de Métoya, au nord de Gabès et à Gabès même, M. Belluci (5) a recueilli, en 1875, près de 5.000 pièces. Ces gisements sont loin d'être épuisés car on y fait encore chaque année d'abondantes récoltes du même genre. La mission Roudaire (6) a signalé diverses stations préhistoriques au nord et au sud des Schotts. Les capitaines de Nadaillac, Faurat (7), et bien d'autres depuis, en ont constaté aussi dans les mêmes parages.

Dans tout le sud tunisien, ce sont les vestiges de l'époque néolithique qui paraissent les plus fréquents. C'est à cette époque qu'il faut rattacher les séries de lames fines, de grattoirs et de pointes de flèche que j'ai recueillis l'année dernière et cette année encore, dans les régions sahariennes de Médenine, Tatahouine, Douiret etc.; c'est également à cette civilisation qu'appartiennent les stations que j'ai découvertes, en avril dernier, à l'entrée du désert libyque, au sud de la Méchia de Tripoli. Sur ce point, les silex taillés se trouvent, comme dans le sud tunisien, par petits amas qui semblent indiquer des emplacements de cabane, dont le groupement devait constituer des villages néolithiques.

Il est fort probable que lorsque l'on pourra visiter librement les oasis du Fezzan, on y constatera la présence des stations du même genre qui serviront de trait d'union entre celles du Fayoum et celles du sud tunisien.

A Gafsa, les types néolithiques sont peut-être moins communs que dans ces dernières localités, mais, en revanche, on y recueille toutes les formes paléolithiques, depuis les plus primitives jusqu'aux plus perfectionnées, connues en Europe sous les noms de Mesvinien, de Chelléen, d'Acheuléen, de Moustérien, et de Solutréo-Magdalénien.

D'après Collignon, les types chelléens se trouveraient à Gafsa généralement dans les dépôts quaternaires les plus anciens. Ceux-ci sont constitués

(1) Collignon : *Matériaux pour l'histoire naturelle et primitive de l'homme*, 3e série, t. IV, 1887.

(2). Couillault : *Notes sur les stations préhistoriques de Gafsa (Tunisie)*. in *L'anthropologie* 1894. t. T, nº 5.

(3) Eybert : *Note sur la station préhistorique de Gafsa. (Bull. Soc. d'Arch. de Sousse*, 1907.)

(4) Schweinfurth : *Ueber das Höhlen paleolithicum an Sud Tunisien. (Zeitschrift von Ethnologie* 1907).

(5) Bellucci : *L'eta della Pietra, Roma* 1876.

(6) Mission Roudaire : *Imprimerie Nationale*, Paris, 1881.

(7) Nadaillac et Faurax : *Bull. Soc. d'Anthrop.* Paris, 1884.

par des poudingues quartzifères superposés au calcaire crétacé. Les pointes, racloirs et grandes lames moustériens se recueilleraient, le plus souvent, au-dessus des formes amigdaloïdes, retouchées ; toutefois, ces divers types se rencontrent fréquemment mélangés, notamment dans le lit de l'oued Bayech. Dans ce gisement, le plus important par la masse extraordinaire des spécimens que l'on peut y recueillir, tous les types se trouvent mêlés. Au confluent des oueds Bayeach et Safiioun, existaient de véritables ateliers ainsi que sur les collines de Bou-Yaia, au nord du camp, et dominant la grande oasis. La colline de Sidi-Mansour qui domine le Djebel Assalah est couverte d'éclats de silex parmi lesquels se rencontrent un assez grand nombre de formes plus ou moins bien définies. C'est dans ces diverses localités que je viens de faire d'abondantes récoltes et d'intéressantes observations. Celles-ci portent essentiellement sur la présence, dans ces gisements, d'un certain nombre d'éclats de silex qu'il faut rattacher au type éolithique ou mesvinien que le professeur Schweinfürth a été le premier à constater dans ce pays. Ce ne sont pas des ébauches de pièces chelléennes, mais bien des éolithes ou éclats naturels utilisés.

Ces types primitifs sont comparables à ceux que nous avons récoltés, en 1899 et en 1904, dans les dépôts des plus hautes terrasses du Nil, dans le ravin de Kourbet el Kouroud et dans d'autres ouadi parralèles ou perpendiculaires à la Vallée des Rois, à Thèbes. Comme dans ces localités désormais classiques, les outils éolithiques se rencontrent à Gafsa, sur la plus haute terrasse de l'Oued Bayech, ainsi que sur la partie orientale du Djebel Assalah.

En dehors de ce célèbre gisement, j'ai recueilli, à Metlaoui et à Redeyeff, de nombreux spécimens d'ustensiles semblables à ceux de Gafsa. Ceux qui se rattachent aux formes mesviniennes et chelléennes se rencontrent également sur des points que n'ont pu atteindre les cours d'eau, au début de la période quaternaire.

Je dois signaler encore la découverte de quelques exemplaires de ces types primitifs que j'ai faite, dans des conditions analogues aux précédentes, sur les collines qui dominent au nord l'oasis de Chetma, près de Biskra, et dont je dois la connaissance à l'obligeance du professeur Schweinfürth. Les collines de Chetma constituées par des poudingues quartzifères sont couvertes de débris de quartzite calcédonien parmi lesquels se trouvent quelques spécimens mesviniens et chelléens. Des recherches dirigées dans cette localité, ainsi que dans la région des oasis du sud algérien qui ont fourni déjà un nombreux matériel de l'époque néolithique, donneront sûrement des spécimens de l'époque paléolithique encore peu connue dans cette partie du nord de l'Afrique.

M. Ernest CHANTRE

2° LES PEUPLES DE LA BERBÉRIE ORIENTALE
RÉSUMÉ

— 8 août —

Durant ma dernière campagne, j'ai continué l'étude des populations berbères arabisées de la Tripolitaine, du sud tunisien et des parties de l'Algérie voisine de la Tunisie.

En Tripolitaine, j'ai considérablement augmenté mes séries des tribus du Djebel Néfoussa plus ou moins troglodytes qu'il faut rattacher, comme ceux des Matmata, aux bracycéphales du Sael tunisien, tandis que celles des Oasis sont désormais inséparables des dolichocéphales noirs non négroïdes du Djerid, du Souf, etc.

En dehors de ces groupes, mon attention a été particulièrement attirée par les Fezzanais, les Tibbous, et les Soudanais émigrés à Tripoli et que j'avais déjà observés antérieurement.

En Tunisie, j'ai complété l'étude des tribus peu connues des régions de Gabès, de Sfax, de Metlaouïs entre autres les Hamémma les Métellit, Ouled Abid, etc.

En Algérie, j'ai mesuré et photographié d'importantes séries de Chaouia de l'Aurès et de Kabyles du Djurjura qui présentent tant de rapports avec les Kroumirs.

L'étude détaillée de ces groupes qui se composent de plus d'un millier de sujets, une fois réunie à celles que M. le docteur Berthelon a faites déjà, dans le nord de la Tunisie et à Djerba, formeront un ouvrage d'ensemble d'une certaine étendue sur l'anthropologie de la Berbérie.

M. D. PEYRONY

Instituteur public (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne).

STATION DU RUTH, PRÈS LE MOUSTIERS (DORDOGNE)
SUPERPOSITION DU SOLUTRÉEN A L'AURIGNACIEN

— 8 août —

A 800 mètres environ en aval du Moustiers, sur la rive droite de la Vézère, se dresse une falaise rocheuse faisant face à l'est; c'est au pied, derrière les maisons du hameau du Ruth, que se trouve un gisement important, complexe et des plus intéressants.

J'ai eu la bonne fortune de diriger les fouilles qui y ont été faites et de fouiller moi-même. J'ai fait creuser, perpendiculairement au rocher, une tranchée qui a donné la coupe suivante :

1° Sur une couche de menus éboulis et de sables calcaires reposait un niveau archéologique de 75 centimètres d'épaisseur, avec foyers puissants, qui a fourni de nombreux grattoirs ordinaires, simples ou doubles (souvent à bords retouchés), des grattoirs épais (*carénés, becs-de-canards*), à museau, des burins droits, busqués ou sur angle, des perçoirs massifs, des lames simples ou à gorges bien retouchées, quelques pointes du type de *La Gravette*, deux du type de *Chatelperron*, *l'Abri-Audit*, une pointe à cran atypique inachevée, des pointes de sagaies en os à base en biseau ou aplatie, des poinçons à tête ou des os appointés, des dents percées, un os coché. Cette industrie comprend toutes les pièces du *vieil Aurignacien*, moins la *pointe losangique*, et, en plus, des pièces typiques de l'*Aurignacien supérieur (pointes de La Gravette)*; elle doit appartenir à l'*Aurignacien moyen*;

2° Au-dessus, une couche stérile de 60 centimètres;

3° Puis un autre niveau avec grattoirs simples ou doubles, grattoirs épais, à museau, perçoirs massifs, burins ordinaires (nombreux) busqués (plus rares) ou sur angle, lames retouchées, lames à dos, lamelles, pointes de La Gravette, pointes Chatelperron, pointes à soie, pointes de sagaies en os à base en biseau, objets à double pointe, toutes pièces caractérisant l'*Aurignacien supérieur*;

4° Une épaisseur de 20 centimètres de terrain stérile;

5° Une nouvelle couche de 10 centimètres, de couleur rougeâtre, avec pointes à face plane, certaines avec retouches sur les deux faces, arrivant ainsi à la feuille de laurier, des grattoirs ordinaires, quelques rares burins, un poinçon à tête en os, l'ensemble formant le *Solutréen inférieur*;

6° Reposant sur cette dernière, une nouvelle couche de 60 centimètres, avec pointes à face plane, feuilles de laurier allant de 7 à 20 centimètres, grattoirs ordinaires, rares burins, perçoirs, un grand os formant poinçon et un os avec traits transversaux.

Cette industrie caractérise le *Solutréen moyen*;

7° Immédiatement au-dessus, un autre niveau de 70 centimètres d'épaisseur, avec feuilles de laurier de petites dimensions, pointes à face plane (rares), pointes à cran, grattoirs ordinaires, burins assez nombreux, perçoirs, nombreuses petites lames, pointes de sagaies en os à base en biseau ou amincie, poinçons fins, os avec nombreux traits, dents percées, fragment d'aiguille à chas, le tout formant ensemble le *Solutréen supérieur*;

8° Une épaisseur de 70 centimètres de terre stérile;

9° Une dernière couche archéologique de 10 centimètres, avec grattoirs ordinaires, nombreux burins variés, petits perçoirs, nombreuses petites lames, pointes de sagaies en os en biseau, aiguilles, harpon primitif; le tout appartenant au *Magdalénien ancien*;

10° Cette magnifique superposition était recouverte par des éboulis et de la terre végétale.

CONCLUSION.

La description, peut-être un peu courte, de la statigraphie et de l'industrie de ce gisement nous montre :

1° Que l'*Aurignacien* est bien antérieur au *Solutréen*;

2° L'évolution de l'*Aurignacien*, le passage au *Solutréen*, les diverses étapes que ce dernier a suivies et le passage au *Magdalénien*;

3° Que les pointes à retouches unilatérales, plus ou moins arquées, comme celles de *Chatelperron*, de l'*Abri-Audit*, qui caractérisent le niveau de transition entre le *Moustérien* et l'*Aurignacien*, n'ont pas complètement disparu, mais se sont simplement très raréfiées pendant la première partie de l'*Aurignacien*, et qu'elles donnent naissance, dans l'*Aurignacien supérieur*, aux pointes de *La Gravette*;

4° Qu'à mesure que les pointes en os se multiplient dans le *vieil Aurignacien*, les pointes à dos en silex *(type Chatelperron)* se raréfient; et, inversement, que, lorsque, dans l'*Aurignacien supérieur*, les pointes en silex sont plus abondantes, celles en os sont moins fréquentes et se raréfient au point de devenir presque introuvables dans le *Solutréen inférieur et moyen*, où les pointes en silex sont très nombreuses;

5° Que la taille des pointes en silex, si florissante à la fin du *Moustérien*, semble abandonnée pendant l'*Aurignacien inférieur*, renaît dans l'*Aurignacien supérieur*, pour atteindre son apogée à l'*époque solutréenne*;

6° Que l'industrie de l'os, qui prend un si grand essor pendant le *vieil Aurignacien*, est un peu moins en faveur pendant l'*Aurignacien supérieur*, est fort délaissée à l'*époque solutréenne* et reprend sa marche ascendante dans le *Solutréen supérieur*, pour avoir une importance capitale à l'*époque magdalénienne*;

7° Que l'*industrie solutréenne* est issue de l'*Aurignacien supérieur* et n'a nullement été importée;

8° Que les aiguilles à chas apparaissent dans le *Solutréen supérieur*, comme à La Cave et à Badegoule, pour se multiplier rapidement dans les *gisements magdaléniens*;

9° Que, les *gisements aurignaciens* n'ayant jamais fourni la moindre parcelle d'aiguilles à chas, cela devrait suffire à les faire *présolutréens*, s'il n'y avait pas d'autres raisons.

M. H. Breuil, dans *La Question aurignacienne* nous a montré qu'à Solutrée, au Trilobite, à Brassampouy, à Pair-non-Pair, etc., le *Solutréen* est superposé à l'*Aurignacien*. Les fouilles de La Ferrassie, du Ruth, de Combe-Capelle et de Laussel, arrivent aux mêmes résultats.

Afin de régler définitivement cette question qui, en s'éternisant ferait perdre beaucoup de temps, et pour mettre tout le monde d'accord, j'ai pris l'initiative de convoquer sur place, au Ruth, le 15 avril 1908, tous les partisans des *post* et *présolutréen*.

Tous les savants qui ont bien voulu répondre à mon appel ont pu se convaincre que j'avais bien vu, ainsi que l'atteste le procès-verbal, dressé sur place et reproduit par la *Revue préhistorique* de mai dernier. Maintenant, la question est bien résolue, il n'y a plus à y revenir.

M. A. BOUCHEREAU

Médecin Principal de deuxième classe (Lyon).

NOTE SUR L'ANTHROPOLOGIE DE L'AUVERGNE

— 8 août —

Le plateau central de la France, émergé dès les premiers âges, a vu éclore de bonne heure les manifestations de la vie; il était naturel de croire qu'il avait pu être le berceau des premières races humaines.

Il était bien placé, par sa position topographique, pour fournir un refuge à l'homme primitif, pour conserver ses restes et en transmettre le précieux dépôt à la postérité.

Dès les temps tertiaires, le retrait des mers a laissé autour des sommets de granite et de gneiss des plaines que baignent d'immenses lacs d'eau saumâtre au sein desquels se déposent les profondes couches calcaires formant le sol actuel de la Limagne.

A ces époques reculées, l'organisation des êtres semble atteindre son maximum de puissance et de développement.

En vain, de nos jours, on chercherait un assemblage aussi varié d'animaux, des mammifères aussi gigantesques que ces dinothériums, rhinocéros et mastodontes dont on ne peut comprendre l'existence que grâce à cette richesse non moins incomparable de la flore dont les vestiges se retrouvent dans les cendres volcaniques de la contrée, attestant à la fois l'opulence des forêts et la variété des espèces végétales dispersées aujourd'hui sous de lointaines latitudes.

Bien des fois, depuis les recherches de Laussedat sur la mâchoire entaillée du calcaire de Billy, et celles de Pomel sur l'os incisé du calcaire à anthracothérium de Gannat, on s'est demandé si l'homme, ou plutôt son précurseur, avait eu son rôle dans ces scènes de la vie du monde tertiaire, si c'était lui qui transportait, comme le prétendait Rames (1), ces étranges éclats de silex des graviers du puy Courny ou bien si leur transport et leurs formes éclatées n'étaient que des modifications dues aux seuls agents de la nature.

Il semble que ces vagues indices d'une industrie éolithique, et en particulier le travail des silex de Courny, aient besoin d'être affirmés par des preuves plus probantes, telles que la découverte des restes de l'ouvrier tertiaire lui-même.

L'homme a-t-il assisté aux éruptions volcaniques de l'Auvergne?

(1) Rames : *Géologie du Puy de Courny (Mat. hist. de l'homme,* 1884).

Cette question d'un haut intérêt, tant au point de vue de l'ancienneté de l'homme que de la date relativement récente des dernières phases de l'activité volcanique, semble élucidée par les découvertes préhistoriques.

En 1824, l'abbé Lacoste (1) avait signalé, sous une couche basaltique, l'existence d'ossements qui se réduisaient en cendre au plus léger contact et qui paraissaient appartenir à l'homme. Ce grand fait géologique établissant la contemporanéité de l'homme et des éruptions volcaniques était oublié, lorsque, en 1844, M. Aymard annonça à la Société du Puy la découverte d'ossements humains sous la coulée de lave du volcan de Denise (2).

J'ai eu l'occasion d'examiner un os frontal de ce gisement, grâce à l'obligeance du Dr Vibert, qui tenait la pièce de M. Pichot, l'auteur même de la découverte. Ce frontal, déposé depuis au Musée du Puy, a été le premier des ossements trouvés; on a toujours reconnu son authenticité, contrairement à la plupart des autres spécimens. Il était garni intérieurement d'un ciment argileux ocracé ne renfermant aucune trace de produit volcanique.

Les mensurations ont donné :

Courbe antéro-post. totale, 112; cérébrale, 88. Distance des trous sus-orbitaires, 58. Diamètre frontal max., 118; min. 90. Largeur interorbitaire, 19. Épaisseur maxima un peu en dehors du milieu du bord sup., 6 millimètres. Fosse temporale : haut., 54; larg. max., 25.

Ces mensurations diffèrent, pour la plupart, de celles données antérieurement dans le Crania ethnica (3); elles semblent se rapporter à un crâne brachycéphale et ne permettent guère d'établir un rapprochement avec le type du Néanderthal ou d'Engis.

Les autres ossements du musée sont trop fragmentés pour fournir des renseignements précis sur les caractères ethniques de l'homme de Denise, mais une remarque intéressante résulte de l'examen de ces ossements; plusieurs sont des pièces pathologiques; un gros orteil et un fragment crânien présentent des lésions curieuses à étudier au point de vue de l'existence de la syphilis à l'époque reculée à laquelle on voudrait faire remonter leur origine.

En 1891, la question de la contemporanéité de l'homme et des volcans d'Auvergne renaissait de ses cendres avec la découverte de l'homme de Gravenoire par MM. Girod et Gautier (4), qui souleva, comme celle de Denise (5), d'intéressantes discussions sur l'étude du terrain et la date précise du gisement humain.

(1) Abbé Lacoste : *Recherches d'antiquité Puy de Dôme*, 1824.

(2) *Congrès scientifique de France*, 22e session, Le Puy, 1856.

(3) M. Sauvage : *L'homme fossile de Denise (Rev. d'Anthropol.*, 1872).

(4) Girod et Gautier : *L'Homme préhistorique de Gravenoire (Rev. d'Auvergne*, 1894). — *Congrès Association française*, Besançon, 1893.

(5) Boule : *Description géologique du Puy*.

De la période paléolithique, on ne connaît aucune découverte de restes humains en Auvergne.

Le crâne de Cournon, de l'abbé Pinguet, trouvé dans un terrain calcaire remanié et dont on a voulu faire remonter l'origine à l'époque (1), ne peut être déterminé comme âge ; son indice est 72,80.

Néolithique. — Le squelette féminin trouvé par Pommerol dans une sablière à Cébazat a un indice dolichocéphale de 72,82.

La grotte funéraire de la Roche-Besson (Allier) a fourni trois crânes, dont l'indice moyen est 73,10.

L'industrie du silex cède peu à peu la place à l'industrie du bronze, qui paraît avoir été fort appréciée des anciennes populations, comme l'indique l'une des plus belles trouvailles de ce genre, appelée le *trésor de Manson*.

La civilisation du bronze a, sans doute, pénétré dans le pays avec les premières colonies gauloises, qui l'importèrent de leur ancien séjour ou de leurs migrations en Orient.

Les sépultures de l'époque du fer, comme celles du bronze, n'ont fourni aucun renseignement sur les caractères ethniques de la population ; plusieurs d'entre elles renfermaient cependant des restes humains bien conservés.

Plusieurs sépultures à inhumation de l'époque gauloise antérieure à la conquête ont été trouvées par M. Bertrand, de Moulins, à Baulon (Allier), dans le voisinage de sépultures à incinération. L'un des crânes recueillis avait comme caractères :

Indice céphalique, 79,07. Diamètre antéro-post. max., 172 ; transv. max., 136 ; basilo-bregmat., 135. Orbite : haut., 35 ; larg., 39. Indice orbitaire, 89. Face, haut. totale, 85. Diamètre bizygomatique, 124. Indice facial, 68,5. Nez : haut., 51 ; larg., 22. Indice nasal, 43.

Époque gallo-romaine. — Les documents craniométriques recueillis dans la région, sur cette époque, sont assez abondants pour renseigner sur les caractères ethniques de la population.

L'ancien musée de Clermont possédait une collection de crânes indiqués comme provenant du temple gallo-romain du sommet du Puy de Dôme : ils formaient une série assez homogène, avec un indice céphalique moyen de 78,14, variant de 82,35 à 74,73.

A ce musée se trouvait également, dans un tombeau des Martres-d'Artières, un squelette d'adolescent dont l'indice crânien était 82.

Dans les collections de la Faculté des Sciences, cinq crânes donnés par la ville et recueillis sur l'ancien oppidum gallo-romain de Corent ont donné comme mensurations :

	Moy.	Max.	Min.
Diamètre antéro-post. max. . . .	182,8	190	174
— transv. max.	142	152	130
Indice céphalique	77,75	81,28	71,42

(1) VERRIER : *Compte rendu Soc. Anthrop.*, Paris, 1890.

Pommerol (1) indique l'indice de 79 pour deux crânes trouvés à Gerzat.

Mathieu (2) a décrit des sépultures découvertes au sommet du puy Saint-Romain, dont l'une renfermait le squelette d'un homme ayant 1m,88 de taille, des bracelets à ses bras et à ses côtés une épée en fer ; son crâne, d'après Boyer (3), avait un indice de 81,66 ; d'après nos mensurations, l'indice était de 80,20, le diamètre antéro-post. 182, transversal max, 146.

Sépultures du Pont-de-Nau (Clermont). — La cité clermontoise, à l'époque gallo-romaine, s'étendait beaucoup plus à l'est qu'aujourd'hui, si l'on en juge par les colonnes de marbre, de serpentine, par les mosaïques retrouvées le long de la route d'Aubière et par les nombreux vestiges d'antiquité qui ont été exhumés lors des travaux entrepris pour la construction de la ligne du chemin de fer.

Cinq crânes provenant des fouilles du Pont-de-Nau ont fourni les mensurations suivantes :

	Moy.	Max.	Min.
Diamètre antéro-post. max. . . .	182,5	186	179
— transv. max.	145	152	142
Indice céphalique	79,50	84,90	76,34

Crânes du puy Crouel. — Au pied de cette montagne qui semble avoir servi, comme son nom l'indique, de champ funéraire dès la plus haute antiquité ; on a trouvé de nombreuses urnes cinéraires. Du côté sud, où se dressait autrefois un magnifique monolithe, étaient enfouies des tombes en domite en forme d'auge, avec lesquelles se trouvaient des poteries et d'autres objets datant de l'époque mérovingienne.



FIG. 1.

Les crânes renfermés dans ces sépultures, au nombre de cinq, offraient une grande similitude d'aspect et de forme (voir *fig. 1*) ; ils présentaient

(1) Dr POMMEROL : *Soc. d'Anthrop.*, Paris, 1876.
(2) MATHIEU : *Annales d'Auvergne*, 1839.
(3) BOYER : *Soc. Anthrop.*, Paris, 1876.

un indice céphalique de 76,72, des arcades sourcilières saillantes, la projection du vertex de forme pentagonale et ovalaire pour la femme, un occipital saillant surmonté d'un méplat et se terminant à la base par une large surface cérébelleuse, des orbites rectangulaires avec un indice variant de 73 à 76.

Par de nombreux caractères, ces crânes pouvaient se comparer à celui du vieillard de Cro-Magnon.

Mensuration :

	♂	♀
Diamètre antéro-post.	188	177
— transv. max.	144	133
— frontal min.	94	90
— basilo-bregmat.	138	

Un crâne de l'époque mérovingienne trouvé à Saint-Genès-du-Retz par le Dr Vannaire, de Gannat, a fourni des mesures à peu près identiques : Indice céphalique, 77,12 : diamètre antéro-post., 188 ; transv., 145 ; basilo-bregmatique, 136.

Ve AU VIIe SIÈCLE. — *Sépultures de Coudes.* — Les crânes, d'après l'abbé Croiset (1), étaient bien développés avec un bel oval, l'angle facial de Camper et l'occipital de Daubenton plus ouverts que sur les crânes actuels ; l'auteur décrit un type gaulois de grande taille dont l'indice céphalique est 84,34, et un type romain, le diacre Bardario, avec un indice de 77,80. Un autre crâne féminin a pour indice 74.

VIIe AU XIIe SIÈCLE. — *Clermont.* — Lors de la construction des égouts de la rue du Port, on a découvert un certain nombre de sépultures dont les corps étaient enfouis à même le sol, entourés de blocs d'arkose ou déposés dans des tombes à auge.

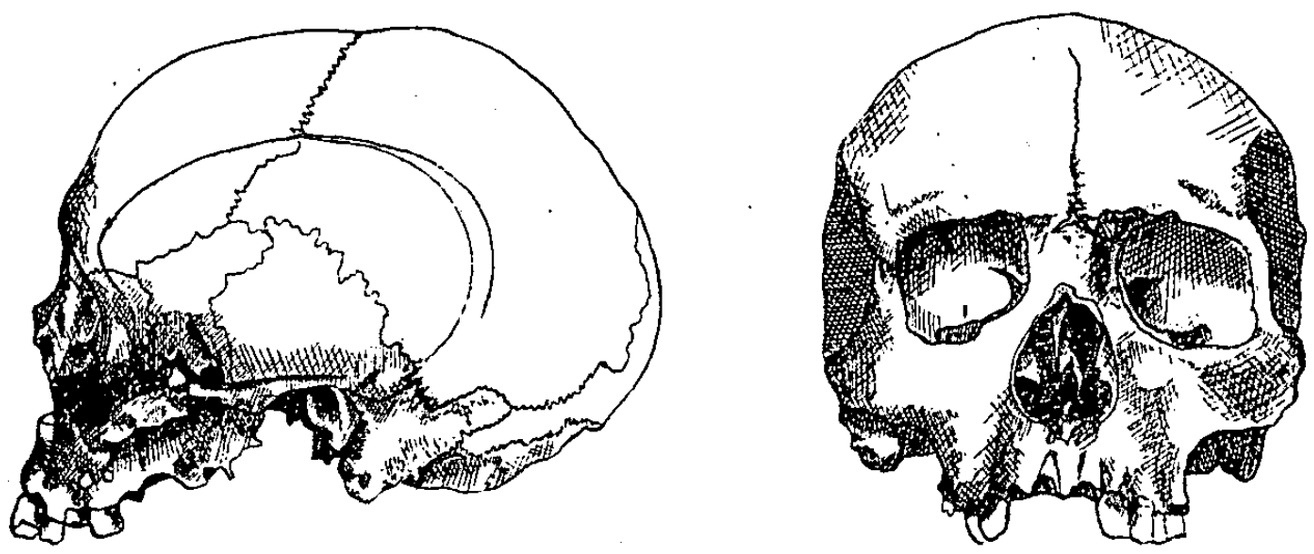


FIG. 2.

Cet ancien cimetière paraît remonter à la même époque que l'ancienne église (2) fondée en 560 par saint Avit sous le nom de Sainte-Marie Prin-

(1) Abbé CROISET : *Tablettes historiques d'Auvergne*, 1842.

(2) BOUILLET : *Statistique monumentale de l'Auvergne.*

cipale; une inscription relevée par M. Gonod sur une plaque de marbre déposée au musée de la ville porte une date du règne de THEVDOBERT, an 612, en mémoire d'un certain Romesto.

Ces sépultures, qui sont certainement antérieures au XII^e^ siècle, nous ont fourni une série de vingt crânes *(fig. 2)*.

Mensurations :

		HOMME			FEMME		
		Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.
Diamètre	antéro-post. max. .	185,5	193	181	174	178	170
—	transv. max.	145,7	148	143	140	143	138
—	basilo-bregmatique .	131	132	130	126	129	123
—	naso-basillaire . . .	104	»	»	94	»	»
—	frontal min.	105	»	»	96	»	»
—	bizygomatique . . .	128	»	»	124	126	122
Courbe frontale totale		127	138	120	122	128	117
—	pariétale	135	140	130	117,5	125	110
—	occipitale totale. . . .	114	116	112	114	»	»
Orbite	Hauteur . . .	31	»	»	32,5	»	»
	Largeur . . .	41	»	»	40	»	»
Nez	Hauteur . . .	51	55	47	45	48	43
	Largeur . . .	25	26	24	24	25	23
Face : hauteur totale		88	97	80	79	82	76
Indice céphalique		78,67	81,76	74,09	80,70	»	»

Ces crânes, comparés à la série de Crouel, qui parait plus ancienne de trois ou quatre siècles, ont un indice céphalique supérieur de deux unités, la face plus allongée, les orbites moins élargis et le nez moins platyrrhinien.

Cinq crânes du moyen âge trouvés à Chamallières, près Royat, collection du Muséum de Paris (Roujou), ont un indice variant de 75,53 à 80,66.

Au Congrès de l'Association de 1876, à Clermont, M. Topinard présenta une série de dix crânes trouvés par MM. Cohendy et Bruyère, au sommet du Puy de Dôme, auprès d'une chapelle chrétienne du XII^e^ siècle dédiée à saint Barnabé; ces crânes, d'après les auteurs, sans doute parce qu'ils étaient dolichocéphales, devaient appartenir à des moines étrangers; dans la discussion, on fut unanime à reconnaitre que ces crânes à forme hexagonale avaient des ressemblances avec le crâne de Cro-Magnon, mais avec une face différente, des orbites carrés et un nez plus élargi.

D'après un crâne de cette même provenance que nous a présenté M. Girod, le type brachycéphale était cependant représenté, car ce spécimen était un crâne globuleux élargi en arrière, avec un aplatissement du vertex et de la région occipitale; son indice s'élevait à 85,29.

On a signalé (1) également dans ces ruines de la chapelle chrétienne

(1) BRUYÈRE : *Mém. Académie de Clermont*, 1875.

des exemples de trépanations que faisaient des exorcistes sur des possédés du diable.

On sait que, durant le moyen âge, la région montagneuse de l'Auvergne était, en quelque sorte, devenue le royaume de Satan et des sorciers ; le Puy de Dôme était la capitale de cet empire. C'est là, à la cime du mont, que se faisait le sabbat et que se tenaient les grandes assises des sorciers (1).

A Riom, les sépultures les plus anciennes que nous connaissons sont celles de l'ancienne léproserie Saint-Lazare (XIII^e siècle), qui nous ont fourni trois crânes dolichocéphales ; indice, 74,50.

Ossuaire de l'église Saint-Amable (XVI^e et XVII^e siècles). — Trente crânes trouvés dans l'allée de la nef principale et dans un charnier placé à l'angle sud-ouest de l'église ont été examinés en 1897, lors de l'installation du calorifère de l'église. La date des inhumations (1600 à 1790) est indiquée par les registres mortuaires de Saint-Amable, qui se trouvent aux archives municipales.

	Moy.	Max.	Min.
Diamètre antéro-post.	180,4	199	162
— transv. max.	144,8	152	136
Indice céphalique	80,26	90,74	75,55

La moyenne de l'indice des crânes masculins, 80,62, correspond à peu près à l'indice céphalique de 83, qui est celui des soldats originaires de la ville de Riom.

Les mensurations de dix crânes du cimetière actuel de Riom nous ont donné les résultats suivants :

	Moy.	Max.	Min.
Diamètre antéro-post.	180	190	168
— transv. max.	144,2	154	136
Indice céphalique	80,11	85,00	73,51

L'indice céphalique des crânes de l'époque actuelle se trouve donc un peu inférieur à celui des crânes des XVI^e et XVII^e siècles ; ce résultat semble confirmer la loi générale de l'abaissement de l'indice dans les villes à notre époque.

Crânes de Champeix (Boyer) (2). — Série de treize crânes, dont la date ne dépasse pas trois cents ans, avec un indice moyen de 85,31. Max., 92,50 ; min., 79,89.

Crânes de Saint-Nectaire. — Collection de quatre-vingts crânes fournie par M. Pommerol, avocat, étudiée par Broca (3), provenant d'un ancien ossuaire où étaient déposés les ossements du cimetière de l'église, dont la

(1) Paul MANCEAUX : *Rev. hist.*, t. XXXV, 1887.
(2) BOYER : *Mém. Soc. d'Anthrop.*, Paris, 1876.
(3) BROCA : *Auvergnats de Saint-Nectaire (Rev. Anthrop.*, 1873).

suppression a eu lieu en 1832 ; les crânes prélevés devaient appartenir aux dernières exhumations ; indice, 84,07.

Une collection de crânes de Saint-Nectaire, du Muséum (Roujou), de la même provenance que la précédente, présente les mêmes caractères :

Diamètre antéro-post., 173,4 ; transv. max., 146 ; frontal max., 122,8 ; min., 98 ; haut basilo-bregmat., 129,2. Circ. horizontale, 517. Indice céphalique, 84,23.

Ossuaire de Saint-Floret (XII^e siècle à nos jours) (fig. 3). — Cet ossuaire, qui paraît être de l'époque de l'ancienne église dite du Chastel (XII^e siècle), sert encore actuellement de dépôt pour les exhumations du cimetière.

En 1875, Roujou a étudié les crânes de la couche la plus superficielle de l'ossuaire, c'est-à-dire les plus récents ; j'ai moi-même examiné les crânes de cet ossuaire et j'ai pu comparer, d'une part, ceux qui se trouvaient à la superficie et, d'autre part, ceux qui étaient enfouis sous une couche de 1^m,50 d'ossements ; ces derniers se rencontraient avec un mobilier funéraire composé d'écuelles en bois arrondies au tour, portant parfois la marque d'un double chevron à branches inégales ou d'un petit cercle fait au fer rouge.

Ces ustensiles avaient servi aux usages domestiques et avaient, sans doute, la marque de leurs propriétaires ; c'était, en effet, au moyen âge un usage coutumier dans le pays de déposer auprès du défunt le pot ou l'écuelle dont il se servait de son vivant et dans lequel on déposait quelque aliment ou offrande.

Comparaison des crânes récents et anciens de l'ossuaire de Saint-Floret :

	CRANES RÉCENTS (ROUJOU)			CRANES ANCIENS		
	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.
Diamètre antéro-post. max. .	172,7	182	160	176,8	186	166
— transv. max.	144,6	154	128	140,6	149	131
— frontal sup.	122	130	116	120	133	105
— — min.	97,5	106	93	96	103	90
— basilo-bregmat.. . .	127,8	141	120	127	142	116
Courbe horizontale totale . . .	513	530	490	510	538	480
— transv. sus-auriculaire.	314	330	285	312	340	280
— frontale totale	128	140	120	118,5	125	113
— pariétale	123	133	114	124	130	110
— occipitale totale	117	130	110	114	120	100
Ligne naso-basillaire.	96	102	90	95,5	»	»
Face. Diam. biorbitaire ext..	106	111	102	»	»	»
Face. — bizygomatique .	128	140	117	125	137	114
Face. Haut. ophryo-alvéolaire.	89	100	81	85	»	»
Indice céphalique	83,73	90,24	77,64	79,59	93,37	73,33

En étudiant les crânes de la profondeur de l'ossuaire, nous avons examiné également ceux de la couche superficielle, correspondant à la série de Roujou ; les résultats ont été identiques et ont fourni un indice de 83,56.

Le fait le plus intéressant de l'étude de l'ossuaire réside dans la compa-

raison des crânes récents avec ceux de la profondeur, plus anciens de cinq ou six siècles; à cette différence d'âge correspond une augmentation de quatre unités pour l'indice des crânes plus récents.

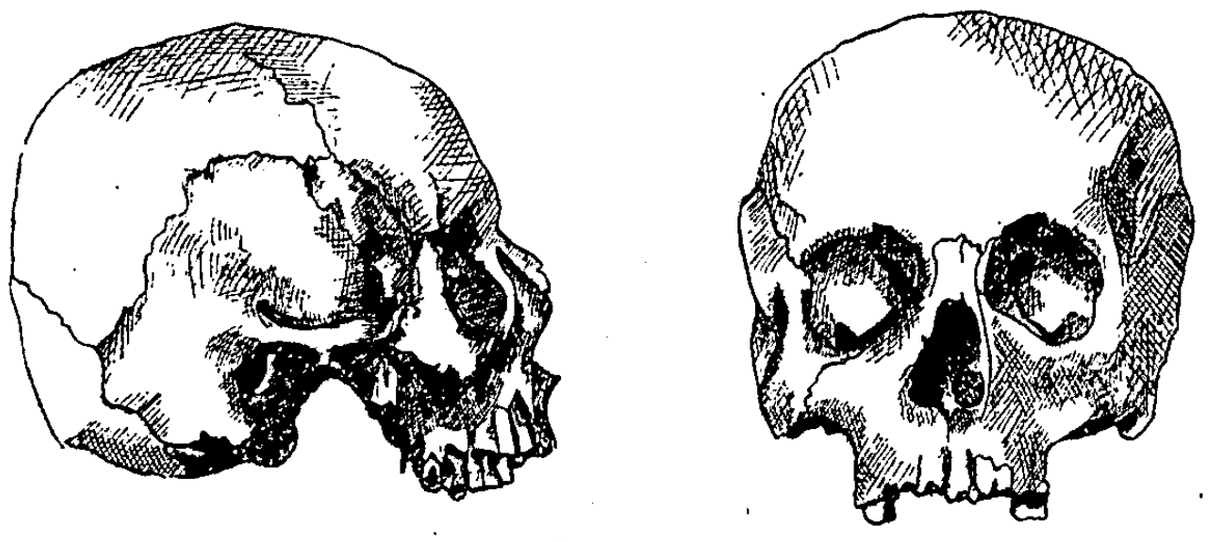


FIG. 3.

CONCLUSION. — A l'époque quaternaire, le plateau central était habité par des tribus fort clairsemées, à en juger par le peu de traces qu'elles ont laissé de leur passage ou de leur séjour dans la région.

A l'époque néolithique, le type dolichocéphale est le seul dont nous retrouvons les restes; l'indice de son crâne est 73,00. Les stations humaines sont plus nombreuses, mais elles ne paraissent pas avoir constitué de centres de population comme il en existait sur les bords du plateau central, le long de la Corrèze et sur les rives de la Vézère, où l'homme sédentaire façonnait l'os et le bois de renne avec une habileté extrême et un art merveilleux.

A l'aurore des temps historiques, nous trouvons les Arvernes établis au centre de la Gaule et formant une puissante confédération. Les crânes se rapportant à cette époque sont remarquables par le fort développement de leur base sous-iniaque et, bien que leur indice ait notablement diminué, ils sont encore nettement dolichocéphales.

A la chute de l'Empire romain, les envahisseurs venus du nord apportent à la dolichocéphalie un nouvel élément.

La brachycéphalie apparait en Auvergne d'une façon lente et graduelle et non sous la forme d'une brusque implantation; elle prend naissance lorsque les populations qui vivaient primitivement à l'état pastoral abandonnent les plateaux pour se réfugier dans les régions plus montueuses. L'extension considérable qu'elle a prise de nos jours, au point de constituer le caractère ethnique le plus important de la race, est de date assez récente et, d'après les renseignements fournis par l'étude des crânes de Saint-Floret, cette extension ne remonte pas à plus de cinq ou six siècles.

Discussion. — M. le Dr CHARVILHAT : J'ajoute un mot à la savante communication de M. le Dr Bouchereau, à propos des grottes de Pranal. Contrairement à ce qui a été dit jadis, je ne crois pas que ces grottes aient jamais servi de

refuge aux populations préhistoriques. Je les ai fouillées aussi complètement que possible, avec le plus grand soin, pendant tout le temps nécessaire (septembre 1907), or, je n'ai absolument rien trouvé, et cependant, les fouilles très consciencieuses que j'ai faites pendant une quinzaine de jours auraient dû me donner autre chose qu'un résultat négatif, si je m'étais trouvé en présence d'une station préhistorique quelconque.

M. Lucien MAYET

ANTHROPOLOGIE MÉDICALE. — LE CRÉTINISME ET LE GOÎTRE ENDÉMIQUES EN FRANCE, PLUS PARTICULIÈREMENT DANS LES ALPES FRANÇAISES

— 8 août —

Il peut sembler étrange à quelques-uns de nos collègues de voir aborder devant la section d'Anthropologie un sujet que l'on pourrait croire du domaine exclusif des sciences médicales. Mais des liens nombreux les unissent aux sciences anthropologiques, parmi lesquelles l'*Anthropologie médicale* n'est certainement pas la moins intéressante et la moins importante.



Fig. 1 — Goître volumineux chez une femme de cinquante-huit ans, remarquablement intelligente. La tumeur thyroïdienne serait devenue apparente vers l'âge de vingt-deux ans.

On me permettra donc d'apporter ici quelques documents relatifs au goître, une des maladies qui doivent nous intéresser tout particulièrement, nous anthropologistes, parce qu'elle atteint en certaines régions la plus grande partie de la population et parce qu'une de ses conséquences héréditaires fréquentes est le crétinisme, l'ultime degré de la dégérescence de l'espèce humaine.

Le goitre consiste essentiellement en une augmentation permanente de volume du corps thyroïde, avec évolution ordinairement bénigne de l'affection (Bérard). Je n'insiste pas sur sa description, car nous connaissons tous cette difformité *(fig. 1)*.

C'est qu'en effet, les sujets qui la présentent sont loin d'être une rareté.

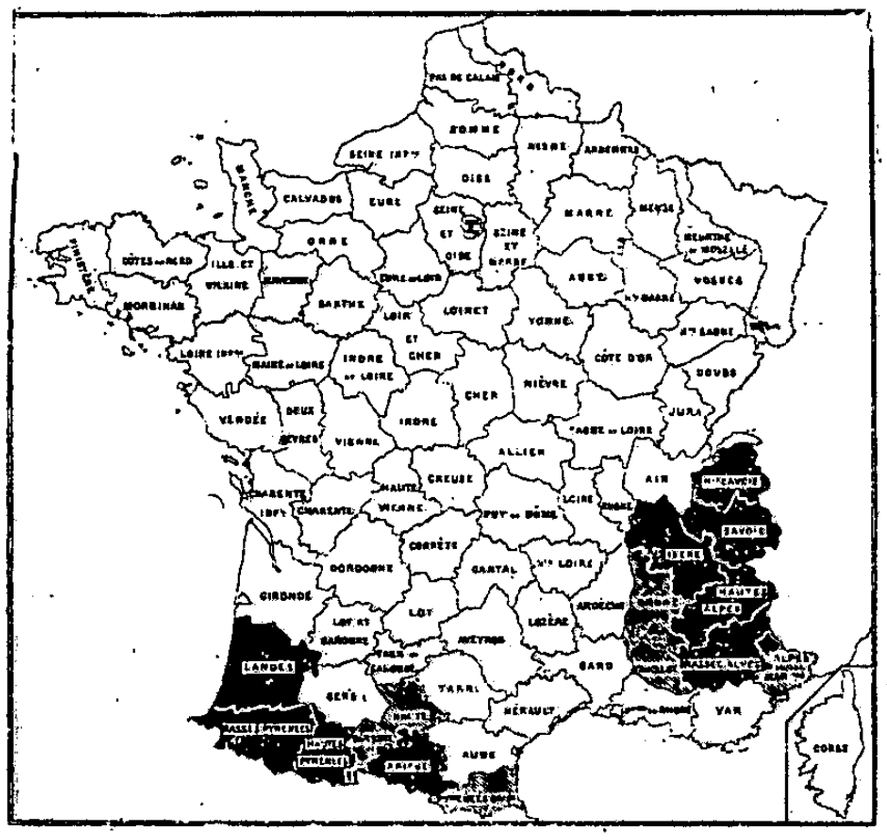


FIG. 2. — Goitre endémique, en France : régions alpine et pyrénéenne.

Il y a quelques années, j'ai cru pouvoir évaluer leur nombre, en France, à plus de 350.000 - 400.000 (1), et Baillarger, l'éminent rapporteur de la *Commission française* (2), proposait, il n'y a pas un demi-siècle, le chiffre minimum de 500.000 (3). On peut juger par là de l'intensité de l'endémicité du goitre. Comme il se rencontre avec une extrême fréquence en certaines régions et, qu'au contraire, il se montre absolument exceptionnel en d'autres pays, il pourra vous paraître intéressant de jeter un rapide coup d'œil sur la répartition géographique du goitre endémique.

Le Dr Bircher a indiqué sommairement cette répartition en Europe (4).

Pour la France, je me suis efforcé de déterminer avec le plus de précision possible l'aire d'endémicité du goitre. Sans revenir sur cette étude antérieure *(Loc. cit.)*, dont les principales conclusions ont été confirmées par les divers documents qu'il m'a été possible de réunir depuis, je me bornerai à vous présenter les cartes suivantes :

La première nous montre que le principal foyer endémique correspond aux Alpes. La liste des départements classés par ordre de fréquence décroissante du goitre sur leur territoire, nous montre le numéro 1 revenant à la *Haute-Savoie*,

(1) Lucien MAYET : *De la repartition géographique actuelle du goître en France.* Note à l'Académie de médecine, séance du 12 juin 1900 *(Bulletin de l'Académie,* p. 629-637, 5 figures). — *Étude sur la répartition géographique du goitre en France.* 2 tableaux, 5 cartes, 2 graphiques (*Archives générales de médecine,* août 1900, p. 179-207).

(2) *Commission française* par opposition au terme *Commission sarde* (ou *piemontaise,* ou *savoisienne*) créée en 1848 par S. M. le roi de Sardaigne pour étudier le crétinisme. Turin, 1848.

(3) BAILLARGER : *Rapport de l'enquête sur le goître et le crétinisme,* in *Recueil des Travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France.* Paris, 1873.

(4) BIRCHER : *Der endemische Kropf und seine Beziehungen zur Taubstummheit und zum Cretinismus.* Bâle, 1883.

Cf. aussi L. MAYET : *Nouvelles recherches sur la répartition géographique du goître et du crétinisme (Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris,* juillet 1901, 3 figures).

le numéro 2 à la *Savoie*, puis ce sont les *Hautes-Alpes* 3, les *Basses-Alpes* 6. Leurs départements limitrophes sont assez fortement touchés : *Isère* 16, *Vaucluse* 22, *Drôme* 23, *Alpes-Maritimes* 27.

Une seconde zone d'endémie goitreuse répond à la région pyrénéenne : *Hautes-Pyrénées* 5, *Ariège* 10, *Landes* 11, *Basses-Pyrénées* 13, *Haute-Garonne* 31, *Pyrénées-Orientales* 32. Dans ces deux derniers départements, la fréquence du goître, dans leur partie montagneuse, est compensée, au point de vue statistique, par sa rareté dans leur partie basse, d'où le classement relativement élevé qui leur revient *(fig. 2)*.

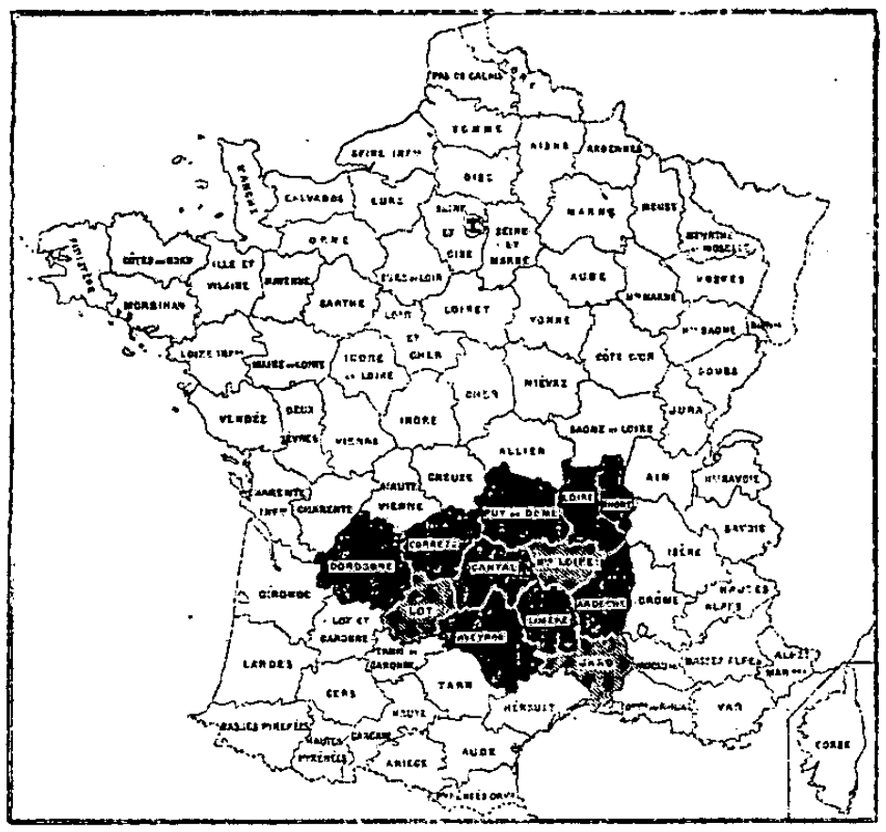


FIG. 3. — Goitre endémique, en France : région du Plateau central.

La deuxième carte nous montre une autre région où le goître endémique est particulièrement fréquent : le Plateau Central. Nous pourrons en juger en le parcourant avec les excursions du Congrès.

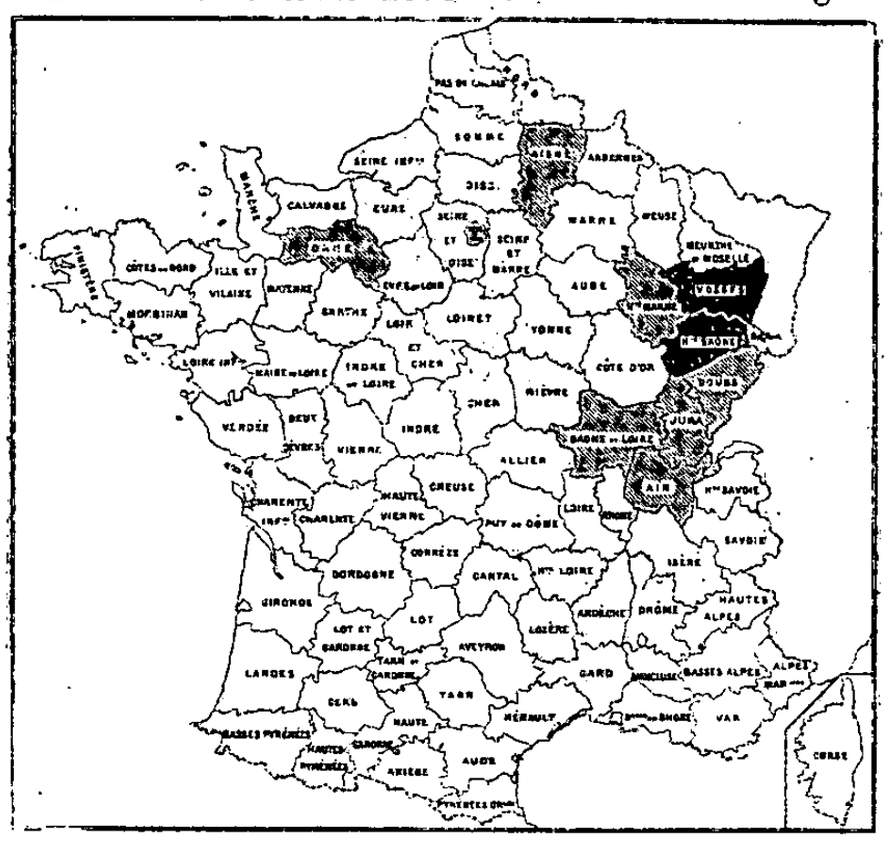


FIG. 4. — Goitre endémique, en France : régions des Vosges et du Jura ; Aisne et Orne.

Les départements se classent dans l'ordre suivant : *Ardèche* 4, *Corrèze* 7, *Lozère* 8, *Loire* 9, *Dordogne* 12, *Cantal* 14, *Aveyron* 15, *Puy-de-Dôme* 17, *Rhône* 20, *Haute-Loire* 26, *Gard* 29, *Lot* 33 *(fig. 3)*.

La troisième carte met en évidence une quatrième zone d'endémie goitreuse, mais d'endémie beaucoup moins intense que les précédentes, correspondant au Tarn et aux Vosges : départements des *Vosges* 18, de la *Haute-Saône* 19, de *Saône-et-Loire* 21, du *Jura* 24, du *Doubs* 28, de la *Haute-Marne* 30, de l'*Ain* 34.

Elle montre, en même temps, deux autres centres de goître endémique, isolés pour ainsi dire au milieu de régions presque indemnes : l'*Aisne* 35, où l'endémicité du goître est en voie de régression, et l'*Orne*, où le nombre des goîtreux, au contraire, augmente depuis un siècle *(fig. 4)*.

Enfin, une quatrième carte, obtenue par la superposition des trois précédentes, vous indiquera comment se présente actuellement, en France, la répartition

géographique du goître endémique. Cette vue d'ensemble résume les résultats auxquels j'étais arrivé en 1900 et ceux que m'ont fourni les documents que j'ai réunis durant ces huit dernières années ; elle groupe les 35 départements où l'on rencontre le plus de goîtreux et qui, par ordre d'intensité décroissante de l'endémie, sont : Haute-Savoie, Savoie, Hautes-Alpes, Ardèche, Hautes-Pyrénées, Basses - Alpes, Corrèze, Lozère, Loire, Ariège, Landes, Dordogne, Basses - Pyrénées, Cantal, Aveyron, Isère, Puy-de-Dôme, Vosges, Haute-Saône, Rhône, Saône-et-Loire, Vaucluse, Drôme, Jura, Orne, Haute-Loire, Alpes-Maritimes, Doubs, Gard, Haute-Marne, Haute-Garonne, Pyrénées-Orientales, Lot, Ain, Aisne *(fig. 5)*.

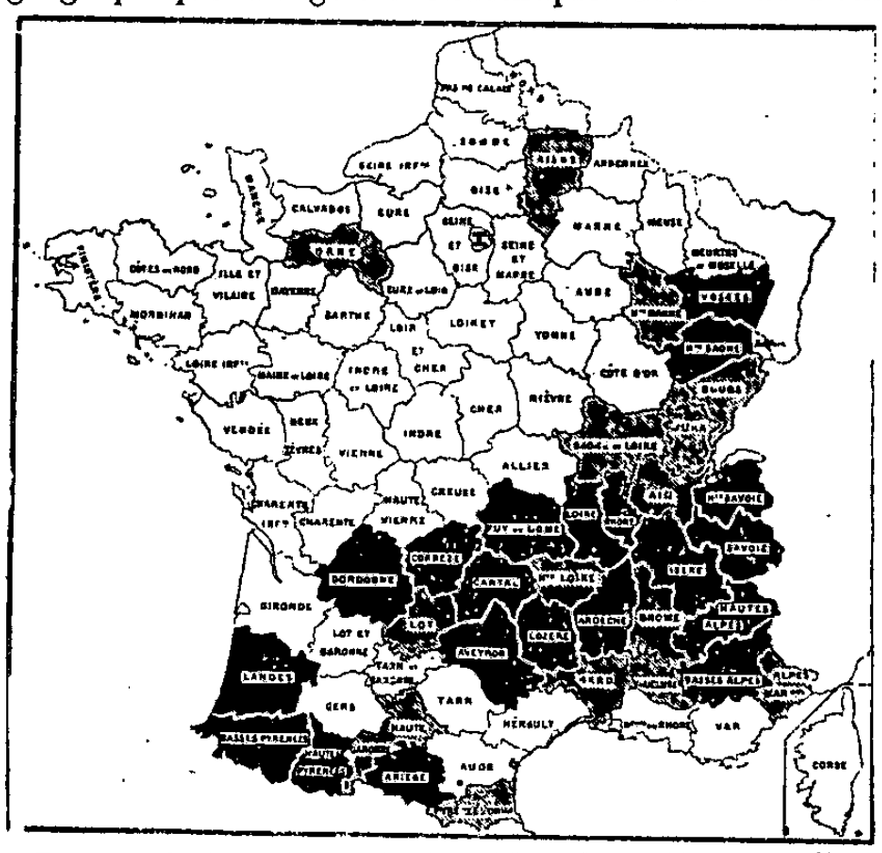


FIG. 5. — Carte indiquant la répartition géographique actuelle du goître endémique en France.

Malgré sa fréquence, si le goître n'était que disgracieux, il ne mériterait pas d'être un objet de très sérieuses préoccupations — d'autant que les goîtreux sont loin, en général, de se plaindre de leur infirmité. Le Dr Léon Bérard, de Lyon, ne rappelait-il pas, tout récemment (1) quedans le Valais, dans la Tarentaise, le goitre était encore si répandu il y a cinquante ans, que dans certains villages on se montrait en riant sur leur passage, les voyageurs à « cou de poulet » (Zimmermann). Les filles, pour trouver facilement un mari, devaient pouvoir encadrer le cœur en or de leur collier entre les deux proéminences d'un goitre bien apparent.



FIG. 6. — Goîtreuse crétinoïde des Hautes-Alpes.

Voici la photographie d'un de ces goîtres soi-disant esthétiques *(fig. 6)*.

(1) BÉRARD : *Corps thyroïde et goîtres*. Paris, J.-B. Baillière et fils, édit., 1908.

Comme le rappelle encore le Dr Bérard, c'est Keyssler qui, parcourant, en 1751, la vallée d'Aoste, entendit le sermon d'un curé qui gourmandait ainsi ses paroissiens, distraits de la messe par la présence d'une étrangère au cou dépourvu de toute tuméfaction :

« Mes chers frères, ne nous enorgueillissons pas des agréments physiques que Dieu a bien voulu nous accorder et qu'il a refusés à d'autres. »



FIG. 7. — Goître. Crétinisme endémique. Briançonnais.

Malheureusement, au goitre endémique est étroitement lié le *crétinisme endémique* et dans un grand nombre de nos vallées des Alpes, les enfants de parents goîtreux sont trop fréquemment des crétins. Je me hâte de dire qu'il n'en est pas toujours ainsi et, notamment, les nombreux enfants d'une



FIG. 8. — Crétinisme endémique (demi-crétinisme) Briançonnais-Vallouisé.



FIG. 9. — Goître. Crétinisme endémique (Hautes-Alpes).

brave vieille Savoyarde, dont j'ai recueilli l'observation il y a quelque

temps, se sont développés dans des conditions tout à fait normales, sans jamais ressentir aucune influence fâcheuse de l'existence d'un volumineux goître maternel.

Lorsque s'exerce l'influence dégénérative, elle a pour conséquence le crétinisme, qui atteint parfois un degré tel qu'on se demande comment peuvent être réalisés de pareils individus *(fig. 7, 8, 9)*.

La plupart des crétins sont des goîtreux, mais leur goitre, même à un âge avancé, reste habituellement peu développé. Chez quelques-uns, il n'y a pas de goitre : le corps thyroïde est congénitalement absent *(fig. 10)*.



Fig. 10. — Crétinisme endémique. Absence de corps thyroïde.

Les uns comme les autres sont nés de parents goîtreux.

Les crétins des Alpes sont en tous points semblables à ceux de l'Auvergne et des Pyrénées dont je présente quelques exemples recueillis par Baillarger *(fig. 11, 12, 13)* (1).

Les uns comme les autres avaient leurs parents goitreux.

Tous les degrés de dégénérescence physique et mentale s'observent dans le crétinisme endémique.

Sous sa forme la plus dégradée, c'est un nain plus ou moins idiot. Physiquement, c'est le contraste entre la petite taille du crétin qui, à l'âge de vingt ou trente ans, atteint à peine $0^m,80$, 1 mètre, $1^m,20$, et le volume de sa tête, ordinairement exagéré, parfois extrêmement réduit. Le corps est tantôt maigre, tantôt bouffi et œdématié. Ce sont encore : l'asymétrie du squelette, surtout du squelette du crâne et de la face : les rides nombreuses, profondes, précoces dans leur apparition, du front ; les paupières, les oreilles, les lèvres bouffies ; le nez camus aplati à la base ; la distance proportionnellement considérable entre le bord interne des orbites ; la bouche constamment entr'ouverte avec une langue épaisse, à demi tirée

(1) In B. A. Morel : *Traité des dégénérescences de l'espèce humaine*. Paris, J.-B. Baillière, 1857.

et l'écoulement à peu près continuel de bave visqueuse ; une physionomie repoussante ; la peau est rugueuse, jaunâtre et brune ; la démarche est lente, chancelante, les bras continuellement pendants.

Moralement, c'est l'inertie psychique la plus complète. Le crétin reste assis, avec un air béat, au milieu de ses déjections, poussant de temps en temps quelques grognements rauques, sortant de sa torpeur seulement lorsqu'on lui apporte sa nourriture et passant la plus grande partie de son temps à tirailler ses organes génitaux, généralement infantiles, quelquefois considérablement hypertrophiés, mais sans que jamais se produise la puberté.



Fig. 11. — Françoise,... 36 ans. Crétinisme confirmé.

La description du crétin a été donnée de façon très détaillée par Baillarger (1) et je n'insiste pas davantage.

De tels dégénérés peuvent parvenir à un âge avancé et souvent même meurent de vieillesse. Foderé explique ce fait (2) de façon ingénieuse et qui mérite d'être rappelée :

« Ils ont une très longue carrière, parce qu'étant peu sujets aux maladies actives, et menant de nécessité une vie très sobre à l'abri du tumulte des passions, des inquiétudes, de l'ennui, et de tout ce qui raccourcit les jours des gens d'esprit dans la société. »

Le crétin complet est actuellement devenu rare — même dans la vallée d'Aoste et dans les vallées latérales à celle-ci où ils étaient encore nombreux il y a un demi-siècle — et l'on trouverait difficilement aujourd'hui une commune comme l'ancienne paroisse de Saint-Victor-de-Challant — 860 habitants à la fin du XVIII^e^ siècle — où le curé pouvait ensevelir, dans l'espace de douze années, 40 crétins parfaits, les uns très âgés, les autres de moyen âge ; ou encore comme celle de Donas — 1100 habitants — parmi lesquels on comptait 34 crétins parfaits, beaucoup de crétins au second et au troisième degré, et presque toute la population avec plus ou moins de goitre en dehors ou en dedans (Foderé).

(1) Baillarger et Krishaber. Art. *Goitre endémique* (crétinisme) in *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales.*

(2) Foderé : *Essai sur le goitre et le crétinage,* où l'on recherche particulièrement quelles sont les causes de ces deux maladies des habitants des vallées et quels sont les moyens physiques et moraux qu'il convient d'employer pour s'en préserver entièrement à l'avenir. Turin, 1792.

A un degré moindre de dégénérescence, ce sont les mêmes caractères du crétinisme endémique : lésion thyroïdienne, troubles du développement intellectuel, troubles de la parole, troubles de la croissance — mais moins prononcés — et on se trouve en présence des *crétineux* ou *demi-crétins*, qui atteignent une taille moyenne, peuvent présenter une seconde dentition et devenir pubères, acquièrent une intelligence rudimentaire qui les rend vicieux et méchants, mais leur permet de se livrer à quelques occupations.



FIG. 12. — Joseph ..., 20 ans. Crétin confirmé. Influences héréditaires.

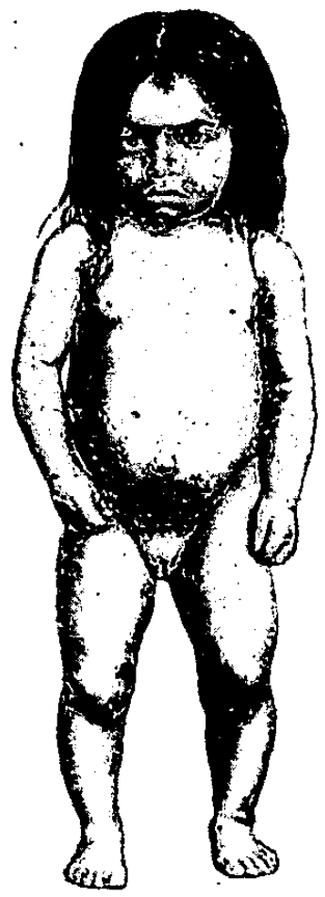


FIG. 13. — Françoise X..., 16 ans. Crétinisme confirmé.

Les *crétinoïdes* sont en bien plus grand nombre que les précédents et se rapprochent davantage des sujets normaux. Leur sexualité est souvent exagérée et, au cours de leur vie relativement active, ils font avec leurs semblables souche de descendants que leur hérédité tarée verse immédiatement dans le groupe des crétins et des demi-crétins.

De plus en plus fréquemment, l'apport d'éléments ethniques, plus sains, entraîne la régénérescence.

Cette diminution de l'intensité du crétinisme endémique correspond également à une atténuation notable depuis un demi-siècle de la fréquence du goitre.

Crétinisme et goitre ont, en effet, les relations les plus étroites. Le goitre

est le père du crétinisme, comme l'indiquaient, il y a plus d'un siècle, Foderé et, après lui, Fabre, de Meironnes (1).

Dans les documents que l'on peut mettre en œuvre pour étudier le crétinisme au point de vue statistique, on s'aperçoit bien vite que crétinisme et idiotie — ces deux formes extrêmes de la dégénérescence — sont confondus. Au point de vue médical, la distinction à établir entre l'imbécillité, les divers degrés de l'idiotie, le demi-crétinisme, l'idiotie complète et le crétinisme parfait est d'ailleurs bien indécise et quelque peu artificielle. D'autre part, il n'est pas moins malaisé d'indiquer avec quelque exactitude la fréquence de ces formes de la dégénérescence dans chaque département; aussi, en 1901, dans une communication à la Société d'Anthropologie de Paris, m'étais-je borné à reproduire la carte dressée par Baillarger en 1873.

Depuis, il m'a été possible — avec notre regretté collègue Victor Turquan — de réunir les éléments d'une carte plus exacte et je la fais passer sous vos yeux *(fig. 14)*.

Elle embrasse la même période de dix années (1887-1896) que celle utilisée comme base de l'étude statistique précédente du goitre et comparativement à cette dernière, les départements se classent ainsi :

Idiotie, crétinisme	Goitre
1 Savoie.	1 Haute-Savoie.
2 Hautes-Alpes.	2 Savoie.
3 Lozère.	3 Hautes-Alpes.
4 Haute-Savoie.	4 Ardèche.
5 Ardèche.	5 Hautes-Pyrénées.
6 Ariège.	6 Basses-Alpes.
7 Hautes-Pyrénées.	7 Corrèze.
8 Puy-de-Dôme.	8 Lozère.
9 Loire.	9 Loire.
10 Alpes-Maritimes.	10 Ariège.
11 Aveyron.	11 Landes.
12 Basses-Pyrénées.	12 Dordogne.
13 Haute-Saône.	13 Basses-Pyrénées.
14 Basses-Alpes.	14 Cantal.
15 Isère.	15 Aveyron.
16 Cantal.	16 Isère.
17 Vosges (2).	17 Puy-de-Dôme.
	18 Vosges.

Etc., etc.

La prédominance des manifestations graves de la dégénérescence mentale et physique dans les régions goîtrigènes ressort avec évidence de la comparaison qui vient d'être faite dans ce précédent tableau.

(1) FABRE, de Meironnes : *Traité du goitre*. Paris, 1867.

(2) Le rang élevé qu'auraient dans cette liste l'Eure et le Calvados tient à l'influence de l'alcoolisme et ne nous intéresse pas ici.

Mais si nous voulons entrer dans le détail des faits, la question se complique étrangement. C'est toute la question de l'étiologie, des causes proches ou lointaines du goitre, du crétinisme qui se trouve posée.

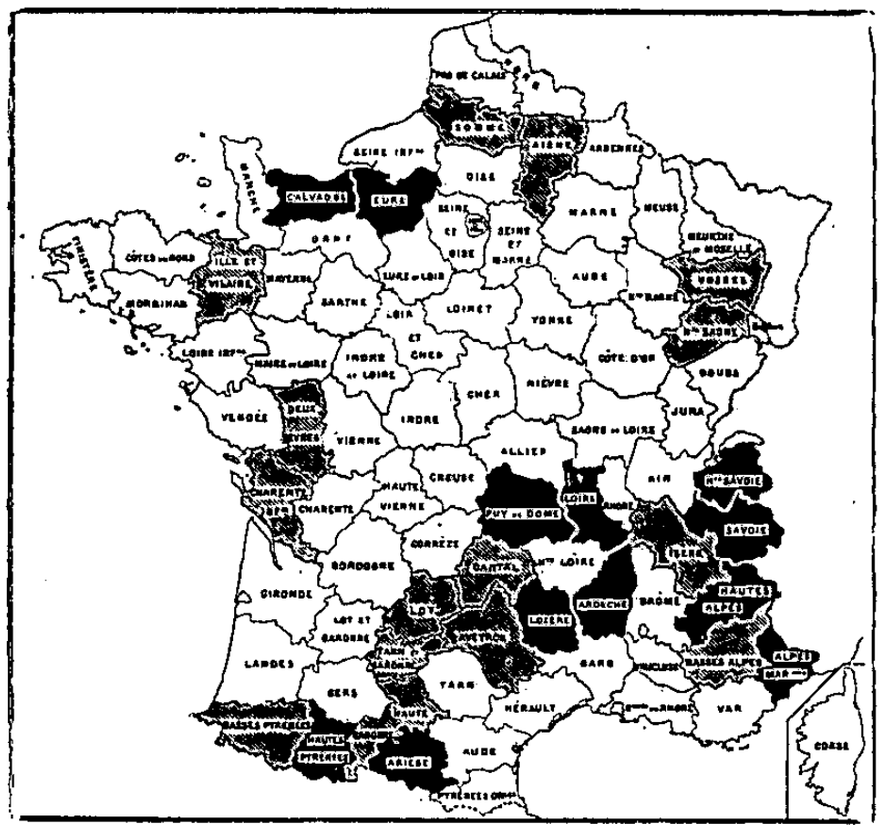


FIG. 14. — Carte indiquant la répartition géographique du crétinisme et de l'idiotie en France.

Quelques points peuvent être regardés comme définitivement acquis.

En première ligne, l'influence goitrigène de l'eau. L'usage de certaines eaux d'alimentation a le goitre comme conséquence (preuves : épidémies de goitre, sources réputées « bonnes pour donner le goitre », disparition du goitre en de nombreuses localités par l'adduction de sources nouvelles, etc.)

Pourquoi?

On a, suivant la mode du jour ou les tendances d'esprit des auteurs, accusé l'absence d'iode dans l'eau (Chatin) la présence de micro-organismes (Grasset, de Riom ; Rappin...) etc. ; tout récemment le radium a été très sérieusement incriminé. En réalité, nous ne savons rien encore, sinon que les préparations iodées guérissent assez facilement le goitre à son début.

Il me semble qu'il n'y a pas grande importance à donner aujourd'hui à la plupart des causes invoquées jadis : humidité et variations brusques de température (Foderé, Niepce) troubles circulatoires et respiratoires résultant de la vie en pays de montagne (Chabrand), influence pernicieuse des plantations de noyers (Macé)... et bien d'autres, à la critique desquelles le Dr Saint-Lager, de Lyon, a consacré, il y a quelque quarante années, un très beau livre (1).

L'hérédité favorise la production et le développement du goitre. C'est un fait d'observation banale, d'explication facile : les causes qui ont altéré une glande thyroïde saine agiront plus facilement sur une glande thyroïde héréditairement tarée et, dès la vie intra-utérine, l'organisme se trouve préparé à subir l'influence de ces causes.

(1) J. SAINT-LAGER : *Études sur les causes du crétinisme et du goitre endémique*, Lyon, 1868.
Cf. aussi, NIEPCE : *Traité du goitre*, Paris, 1851-52.
J.-A. CHABRAND (de Briançon) : *Du goitre et du crétinisme endémiques et de leurs véritables causes*, Paris, 1864.

Le crétinisme résulte de l'insuffisance fonctionnelle du corps thyroïde, que cette glande soit mal formée dès la naissance, détruite en plus ou moins grande partie par un goître développé de façon précoce, ou congénitalement absente (ablation totale de la thyroïde = myxœdème opératoire = crétinisme). Le goître endémique, maladie de la glande thyroïde, explique la fréquence dans les pays à endémicité, goîtreuse du crétinisme, état constitutionnel provoqué par l'insuffisance thyroïdienne.

La consanguinité intervient ici comme un facteur étiologique de premier ordre. Pour s'en rendre compte, il faut voir certains villages des Alpes où deux ou trois noms et prénoms suffisent à tous les habitants et où pour les désigner, il est nécessaire d'affecter à chacun un numéro d'ordre; il faut avoir jugé de la promiscuité qui règne dans certaines maisons durant les longs mois d'hiver où l'étable sert de logement à toute la maisonnée, bêtes et gens, les uns et les autres d'une saleté repoussante, pour comprendre combien facilement s'additionnent les tares individuelles et familiales sur la tête des enfants nés dans un tel milieu.

L'atténuation du goitre et du crétinisme dans les Alpes françaises, au cours du dernier siècle et surtout pendant ce dernier quart de siècle, s'explique facilement.

D'une part, une hygiène publique et privée mieux comprise, des habitations mieux construites, une certaine surveillance administrative exercée sur les eaux d'alimentation, les ressources apportées par le mouvement chaque année grandissant des touristes, par un commerce et une industrie plus développés, permettent un bien-être relatif en même temps qu'une nourriture meilleure, et se trouvent avoir considérablement modifié les conditions de vie dans la plupart des localités du Faucigny, de la Tarentaise, de la Maurienne, du Champsaur, du Briançonnais, etc.

D'autre part, les parents non goitreux, à glande thyroïde normale, n'ont aucune chance de procréer des crétins, même dans les régions à endémicité très marquée — or la facilité des communications a diminué la consanguinité en provoquant les mariages entre étrangers et, en permettant aux garçons comme aux filles des comparaisons plus avantageuses, a réduit considérablement le nombre des mariages entre goitreux; de plus, la présence. durant toute la belle saison, des bataillons de chasseurs alpins et autres troupes d'élite, — parcourant les régions les plus reculées et y laissant plus souvent qu'on ne peut l'imaginer, des traces vivantes de leur passage, — contribue puissamment à régénérer ces populations longtemps misérables (1).

(1) Texte *in extenso* dans la *Province médicale*, n° 42, du 17 octobre 1908.

M. J. LEROY

Membre de la Société Normande d'Études préhistoriques (Pont-Audemer) (Eure).

A PROPOS DE L'HOMME TERTIAIRE
NOTE SUR LA SOI-DISANT RÉTRACTATION DE L'ABBÉ BOURGEOIS

— 8 août. —

Lors de la réunion de la Société Normande d'Études préhistoriques, tenue à Pont-Audemer (Eure), le 15 juillet 1893, et à laquelle j'assistais, M. l'abbé Diavet aujourd'hui décédé :

A lu une note sur la fixité de la faune quaternaire, puis il a parlé de l'abbé Bourgeois qui avait reconnu, avant de mourir, que le gisement dans lequel avaient été trouvés ses silex taillés n'était pas tertiaire, mais d'un terrain remanié (1).

Ce qui équivalait, dans l'esprit de son interprête, à une rétractation de celui qui fut le génial auteur de *L'Homme tertiaire.*

M. Montier, qui présidait alors cette séance, fit remarquer en termes très courtois à celui-ci, la discussion menaçant de s'éterniser, que les statuts de la Société interdisaient toute communication ayant pour objet la controverse des questions politiques et religieuses.

M. l'abbé Diavet s'inclina.

J'ai tenu à consulter à ce sujet, le savant historien et admirateur convaincu de feu l'abbé Bourgeois, M. le Dr Houssay, de Pont-Levoy ; et voici ce que celui-ci m'écrivait à la date du 10 août 1906 :

Voici ce que je vous autorise à dire à la Société Normande d'Études préhistoriques, en réponse lointaine à l'intempestive sortie de l'abbé Diavet : Tous renseignements pris, l'abbé Diavet, âgé alors de trente à trente-cinq ans, aurait été vers 1893-94, professeur à l'École de Pont-Levoy que venaient de prendre les Pères de Sainte-Marie de Tinchebray, congrégation dissoute par les décrets, ce qui a eu le désavantage de fermer par contre-coup l'École de Pont-Levoy. M. l'abbé Diavet, que je n'ai pas connu, finissait en ce moment ses études, s'est documenté et voici comment :

Il courait depuis un certain temps, parmi les légendes locales, le bruit que l'abbé Bourgeois aurait retracté son erreur à son lit de mort ; l'abbé Diavet a dû tenir ce renseignement d'un autre abbé diocésain, depuis un certain temps à Pont-Levoy et qui n'a peut-être pas été étranger à toutes ces erreurs et à tous ces troubles apportés à la question qui nous occupe...

Mon opinion intime est celle-ci : Il n'y a jamais eu de rétractation, l'abbé Bourgeois est mort, en quatre jours, d'une hémorragie consécutive à une lésion hépatique et la soudaineté de sa mort n'a pas donné à son entourage les loisirs de le faire philosopher. Mon père était son médecin et a pu juger de la lucidité de ses derniers jours plutôt obscurcis... L'abbé Delaunay, qui vivait

(1) Voir *Bulletin Société Normande d'Études préhistoriques* année 1893, t. I, p. 26 et suiv.

dans l'entourage du maître, n'était, après tout, qu'un impulsif, et c'est à lui que l'on doit la version accréditée...

Vigouroux, de Saint-Sulpice, qui faisait à ce moment sa ***Bible*** et avait besoin de pièces, vit l'abbé Delaunay, le suggestionna certainement (voir les lettres, plus ou moins décousues et vides de sens, écrites par ce dernier à ce sujet (1) et en obtint ce qu'il voulut, moyennant quoi le Séminaire de Saint-Sulpice (d'Issy, Seine) acheta à Delaunay, qui vivait péniblement, sa collection.,

On ne retrouve plus maintenant au musée de l'École. ni les silex tertiaires, ni quoi que ce soit qui indique l'œuvre de l'abbé Bourgeois. Le préhistorique y est pauvre et le tertiaire manque totalement. De plus, j'ai partout cherché et en vain les brochures de l'abbé Bourgeois ; toutes avaient disparu : rien dans la bibliothèque, rien aux archives ? Rien ailleurs. Furent-elles communiquées au Père Monsabré, lors de son panégyrique, en 1880, c'est possible. Furent-elles supprimées par Vigouroux ou Delaunay ?

J'admets toujours le *Fecit cui prodest* : car lorsqu'au vingt-cinquième anniversaire de la mort de l'abbé Bourgeois, j'ai demandé qu'on fît un souvenir qui eût été une juste réparation à l'oubli dans lequel était Bourgeois, l'abbé qui dut renseigner l'abbé Diavet me répondit évasivement qu'il serait imprudent de le mettre en évidence par un temps si difficile. J'ai compris qu'on préférerait ne pas revenir sur ce terrain brûlant, on aurait pu craindre la vérité, et comme je pars toujours du principe Ibsénien de la vérité absolue, je vous transmets, puisque vous désirez être plus amplement éclairé, l'expression exacte de ma pensée intime.

Ainsi l'abbé Bourgeois ne s'est pas rétracté, et cela pour deux motifs :

D'abord il ne pouvait le faire, quand bien même il l'eût voulu, car, plusieurs semaines avant sa mort, il était totalement incapable de s'intéresser à quoi que ce fût, et l'hématémèse foudroyante qui l'emporta en vingt-quatre heures ne le lui eût certes pas permis.

Et puis, l'abbé Bourgeois convaincu de sa découverte, alliant merveilleusement les données de la science géologique et les exigences de la genèse, ne croyait pas s'insurger contre les vérités religieuses en reculant dans un lointain encore brumeux les origines ancestrales de la race.

Le Père Monsabré, dans le panégyrique de 1880, après avoir étudié un an la question, la tranche dans le même sens que l'abbé Bourgeois, en disant qu'il blâmait comme lui

...cette foi déloyale qui prétend dissimuler les faits notoires parce qu'ils présentent des difficultés dont il faut chercher et attendre la solution.

Le même semblait ne pas être hostile à la question de l'homme tertiaire quand il disait du haut de la chaire de Notre-Dame :

Qu'il se pouvait que la science actuelle fasse surgir un être qui aurait été, dans l'admirable progression du plan divin, l'ébauche et le précurseur de l'homme et auquel il faudra attribuer les instrumènts de l'époque tertiaire.

Quoi qu'il en soit, M. l'abbé Diavet, à la suite de l'abbé Delaunay, était mal venu à rééditer cette fable, trop répandue aujourd'hui dans certaines

(1) L'*Œuvre de l'abbé Bourgeois*, par le Dr FRANÇOIS HOUSSAY, de Pont-Levoy. — Paris, A. Maloine, éditeur, 1904. *Lettres de M. l'abbé Delaunay*, p. 71 et suiv. du livre.

sphères, de la soi-disant rétractation de l'abbé Bourgeois; et, sans oublier le respect que l'on doit à la mémoire de ceux qui ne sont plus, je ne peux que déplorer la précarité des documents sur lesquels il a pu s'appuyer et qui n'ont existé que dans l'imagination intéressée de leur auteur.

Si résolue que puisse être, à l'heure actuelle, la question des silex travaillés miocènes, de Thenay, il n'en reste pas moins vrai, et je défie n'importe quel palethnologue consciencieux et éclairé de me contredire, qu'il ne faut pas chercher autre part que dans le tertiaire le début rudimentaire des industries lapidaires de nos aïeux.

La hache de Chelles, taillée à larges éclats, si grossière, si lourde, si massive, n'a cependant pas dû être la première manifestation de l'art primitif; et puisque l'on est d'accord, à l'heure actuelle, qu'un être humain ait pu se maintenir dans ces époques relativement calmes du tertiaire et, par conséquent, sur les bords du grand lac de Beauce, il est permis de supposer que le hasard de nouvelles fouilles fera apparaître ces vestiges intelligents de l'être tertiaire, de ce chainon intermédiaire dans le grand rouage de la succession des êtres organisés, et que des esprits superficiels et systématiques voudraient en vain faire oublier.

M. Ch. COTTE

Notaire,

ET

M. A. CHAIX

Géomètre (Pertuis) (Vaucluse).

LA CAVERNE DE L'ADAOUSTE (FOUILLES ARCHÉOLOGIQUES 1907-1908)

— 8 août —

Du nord au sud, parallèle à la chaîne des Alpes, la Durance descend torrentueuse vers la mer. Au confluent du Verdon, qui arrive de l'Est, elle prolonge la vallée de celui-ci, se dirigeant vers Avignon.

Pour suivre cette direction, elle a dû percer, au défilé de Mirabeau, le pli anticlinal de jurassique moyen et de jurassique supérieur.

Les roches ainsi découpées en escarpements ont été utilisées, et il ne pouvait en être autrement, comme assiettes de retranchements, d'*oppidums*.

L'un deux, dans les Bouches-du-Rhône, commune de Jouques (1), a des murailles encore bien conservées. Il domine de 200 mètres la Durance,

(1) V. *14e Rapport de la Commis. d'Ét. des Enc. préhist. et anhist.*, 1908, p. 20.

à la prise du canal de Peyrolles, vis-à-vis des retranchements du Saint-Sépulcre de Mirabeau (1); c'est la sentinelle placée à la pointe nord-ouest du plateau de l'Adaouste (2) où les argiles à *Hipparion* ont recouvert, en nappes à peu près horizontales, naguère cultivées, les roches secondaires.

De ce point, le panorama est merveilleux. Indépendamment de l'avantage que lui assure sa position en belvédère sur la vallée qu'il commande, le plateau est en relations optiques avec une foule de montagnes plus ou moins éloignées : Sainte-Victoire, Sainte-Baume, Lingouste, Alpes neigeuses, montagnes de Lure, etc. On connait l'importance que présentaient, pour les oppidums, les communications optiques.

Dans un rayon assez court à partir des murailles du camp, se trouvent de nombreux murgers, sur lesquels nous reviendrons, et une caverne : la *Baumo Liounéso*.

Les gens du pays expliquent cette dernière dénomination par une légende (peut-être une tradition exacte) qui veut qu'un Lyonnais ait disparu dans ses abimes.

Nous croyons plus précis de l'appeler *Caverne de l'Adaouste* attendu que le quartier est couramment désigné sous ce nom dans la région, et que la ferme voisine est pointée *la Davouste* sur la carte d'État-Major, et l'*Adaouste* sur la carte de l'Intérieur.

Comme appendice à notre travail, nous donnerons l'indication des voies d'accès, renseignements qui ne seront pas inutiles. Bien rares, en effet, à l'exception des chasseurs de sangliers, sont les visiteurs de la caverne, qui ne possèdent pas les belles stalactites de la grotte du Saint-Sépulcre de Mirabeau. Nous adressons ici tous nos remerciements à M. Pierre-Ollivier, qui nous a conduits à l'Adaouste.

Cette grotte mérite d'être étudiée à divers points de vue : spéléologiquement, elle offre un grand intérêt par la majesté de ses salles et surtout par le nombre et la profondeur de ses gouffres, par le problème de ses origines. La faune et la flore cavernicoles ne sont pas sans importance non plus.

L'archéologie nous a particulièrement attirés en premier lieu, et nous avons commencé des fouilles; chaque année, jusqu'à leur achèvement, nous publierons les résultats de notre dernière campagne. Ensuite, l'un de nous reprendra l'étude raisonnée des objets céramiques, lithiques ou autres produits de l'industrie humaine, de la faune et de la flore contemporaines de ces objets.

Nous commençons notre étude en donnant ci-après le plan, dressé par M. Chaix, l'un de nous, des salles supérieures de la caverne; voici les conventions adoptées :

(1) *Idem*, 1907, p. 4.

(2) Du nom patronymique Adavoust ou Adaoust, des propriétaires de la ferme voisine.

Conventions pour la nomenclature des diverses régions de la caverne tant dans les plans publiés actuellement que dans ceux à paraître ultérieurement :

Les lettres majuscules désignent les salles.

Les minuscules, toutes les autres parties (corridors, gouffres, culs-de-sac, etc.). Leur nombre étant insuffisant, nous commencerons, dans le texte, par désigner la majuscule, indice de la salle par laquelle on arrive; ainsi Ae désigne le passage e partant de la salle A. Une majuscule placée à la suite des minuscules indique la salle où elles conduisent; par exemple si Ae conduit à la salle B, on écrira AeB. Il peut y avoir intérêt à indiquer que le gouffre j part du couloir Bi et nous aurons Bij; mais, pour éviter la confusion dans les minuscules, nous mettrons en italique celle de l'endroit dont nous parlons à cet instant, en l'espèce nous écrirons Bi*j*.

Naturellement A′, A″ seront des parties de la salle A.

L'astérisque, placé devant une lettre, indique qu'il y a risque de chute en s'aventurant sans corde; le visiteur est prévenu : *astérisque est péril !*

Les chiffres sont réservés pour les particularités à signaler; leur série recommence à chaque salle, corridor, etc.

Au premier abord, ces conventions paraissent fort compliquées, mais le lecteur qui nous fera l'honneur de nous suivre se familiarisera vite avec ces abréviations, et jugera, au cours de la série de nos publications, qu'elles sont indispensables dans une caverne dont la complexité est extrême.

Dès que l'on arrive dans la salle A, on voit, à gauche, monter le passage de l'entrée 2, et, devant soi, le sol dévaler en forte déclivité jusqu'à une chaîne de rochers (3 à 6). Derrière ces blocs, a été creusé, dans les couches archéologiques, un fossé qui formait une défense complémentaire à une muraille anhistorique (sûrement de l'ère chrétienne) (10 à 11) séparant A de A′. Après cette muraille, le sol dévale à nouveau jusqu'à l'extrémité du cul-de-sac J′. Signalons en J1 un grand cône d'éboulement dont le sommet est représenté par une ouverture en cheminée donnant sur le plateau. J2 est le sommet d'un autre cône d'éboulis, de même formation, mais où les matériaux, trop abondants, ont obstrué la cheminée.

La salle B est, en somme, la partie occidentale de la salle A, en étant séparée simplement par un massif rocheux qui ne s'élève pas jusqu'à la voûte; mais la communication normale s'effectue par le passage AeB.

En divers points de la grotte, on remarque, sur les roches, des stries naturelles; mais, nulle part, ces lignes dues à des causes physiques ne présentent un aspect comparable à celui des signes alphabétiformes du point 1 du passage AeB. Là, les couches stalagmitiques enlevées ont laissé à nu la roche et forment comme les encadrements de deux panneaux. Le plus important, celui de droite, présente en creux des signes divers : λ grec, X, ligne ondulée, cupules, etc. Nous pensons qu'ils intéresseront, à titre de comparaison, ceux qui étudient les gravures rupestres.

Le sol de la salle B est en grande partie formé par la roche nue avec de profondes coupures, de largeurs diverses, comblées plus ou moins complètement.

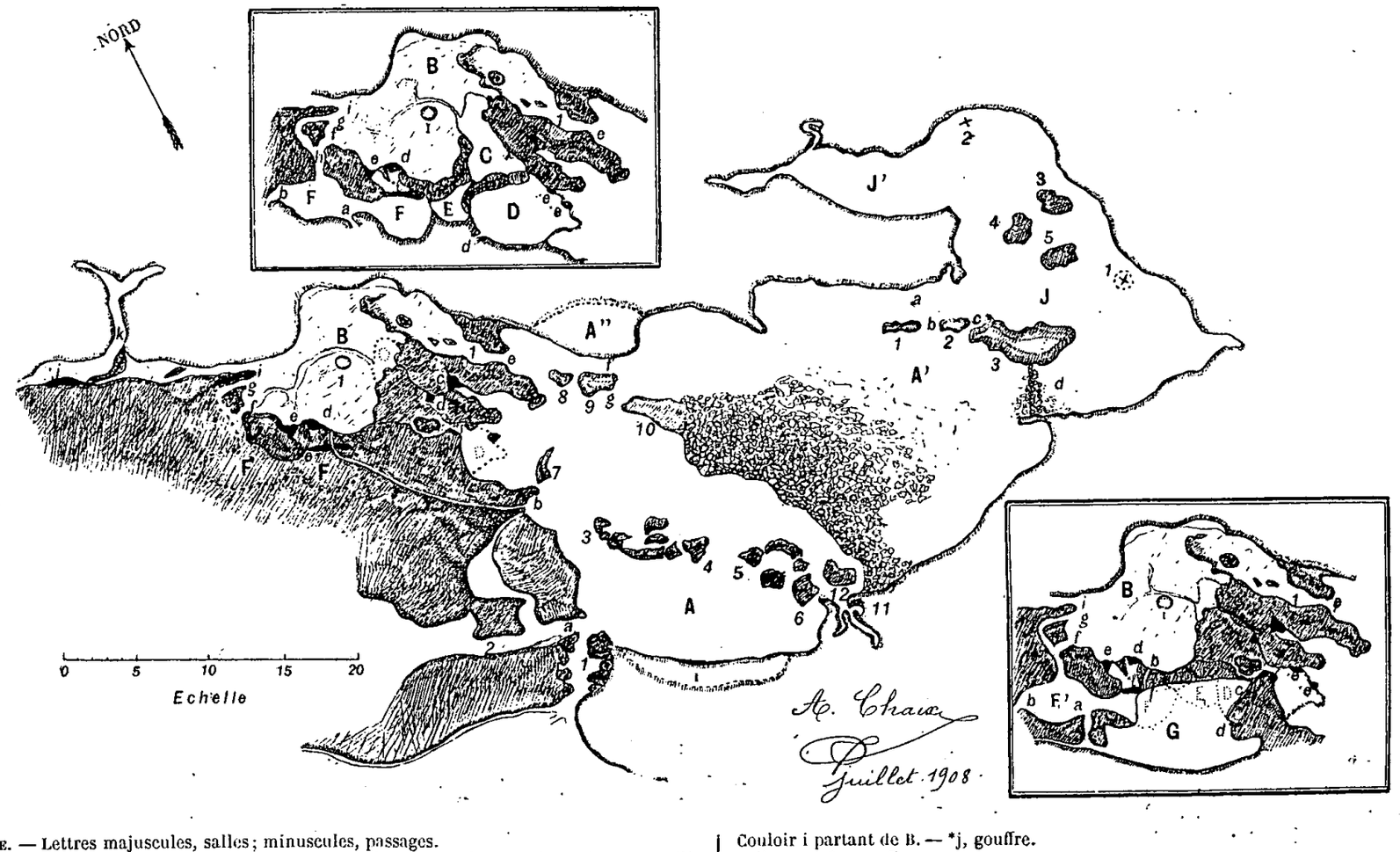


Fig. 1. — Plan des salles supérieures.

Légende. — Lettres majuscules, salles; minuscules, passages.
Salle A. — 1, 2 entrées; de 3 à 4, de 5 à 6, 7, 8, rochers; 9, stalactite; de 10 à 11 muraille anhistorique; 12, banquette témoin des couches creusées pour l'établissement d'un fossé en avant de la muraille.
Salle A'. — 1, 2, 3, stalactites.
Couloir e entre A et B. — 1, caractères alphabétiformes.
Salle B. — 1, mortier.
Couloir i partant de B. — *j, gouffre.
Salle D. — *e, gouffre.
Salle F. — *l, gouffre.
Salle F'. — a, passage menant à la salle G; b, passage menant à la salle H.
Salle G. — b et c, ouvertures conduisant dans les salles B et A; d, communication avec D.
Salle J. — 1, cône d'éboulis et ouverture en cheminée; 2, cône d'éboulis; 3, 4, 5, stalagmites.

Près de la salle B sont, en satellites : les salles G et H près de la voûte; les salles C, D, E, F et F′ en contre-bas; le couloir Bi, de plain-pied. C'est également autour de la salle B que s'ouvrent les trois gouffres, connus en ce moment, qui mènent dans le sous-sol de la caverne : F*lK, D*eK et Bi*j.

Toutes ces fissures donnent à la salle B un air très particulier, et feraient prévoir, à leur seul aspect, bien des faits qui intéressent le spéléologue comme l'archéologue.

A voir leur nombre, leur entrecroisement, leur variété, on devine que l'on marche sur un sol effondré. Une visite dans les abîmes montre que la base de ce chaos est très profonde.

Les fentes à demi comblées l'ont souvent été au hasard des blocs arrêtés par les lèvres rapprochées en un point. Si le palethnologue craint que le sol s'ouvre sous ses pieds en un gouffre ignoré, il a aussi l'ennui de ne pouvoir poursuivre ses fouilles dans des fissures étroites qui ont absorbé une grande quantité d'objets archéologiques intéressants des couches superficielles, et aussi, ce qui est plus grave, les éléments d'étude du quaternaire. Peut-être aurons-nous, dans nos fouilles ultérieures, le plaisir de rencontrer un point où toute la série des âges soit représentée; il n'en a pas été ainsi jusqu'à présent. Les explorations du sous-sol nous ont aussi fourni la preuve de la fuite des terres par des cheminées, des gouffres amenant les objets en des points absolument anormaux. Nous citerons notamment un tibia d'ovidé recueilli à 40 mètres de profondeur, en une salle où nous n'étions parvenus qu'après une série de détours.

Dès le début, nous avons été surpris de découvrir d'abondants vestiges archéologiques dans les salles en contre-bas, difficiles d'accès, qui sont les satellites de la salle B. La salle F′ renferme des foyers, alors que, pour y accéder, il faut franchir un saut de 2 mètres de hauteur. Entièrement sombre, étroite, elle ne semble pas avoir constitué un séjour précisément agréable; il en est de même, quoique à un degré moindre, pour la salle C fouillée à fond dans notre dernière campagne.

D'avoir fréquenté la caverne en toutes les saisons, nous avons eu une plus exacte vision des conditions d'habitat qu'elle présente. Ces salles obscures, communiquant entre elles, ayant presque toutes des issues vers les salles principales, et disposées cependant de telle façon qu'une seule sentinelle suffisait à les garder, avec la faculté offerte par D*eK de descendre dans le dédale des sous-sols, constituaient un inexpugnable refuge. Peut-être même une ouverture, actuellement masquée, constituait-elle une sortie des salles inférieures vers le flanc de la colline.

Les conditions de défense étaient fort importantes pour des populations vivant sur le qui-vive, ainsi que le démontrent surabondamment les pointes de flèches carnacéennes fichées dans des os humains trouvées aux Allées Couvertes d'Arles, à la grotte de Saint-Clair, près Gèmenos, à celle de la Lave, près Saint-Saturnin d'Apt, à celle de Grapelet, à Sigottier, pour nous limiter à la Provence, et que le prouvent aussi les camps retran-

chés de la même époque. Ajoutons-y des considérations sur les circonstances de milieu.

Si les grandes salles A et J ont le précieux avantage d'être bien éclairées, elles ont l'inconvénient de se transformer en filtres à l'époque des pluies. La voûte, trop mince, laisse couler, en de multiples points, les gouttes d'eau dont la chute, dans le silence de la caverne, donne une teinte locale chère aux touristes, mais peu agréable aux habitants. Les petites salles annexes, réduits isolés dans la grotte, jouissent d'un état de siccité relatif, dû parfois à une voûte particulière.

Ainsi les archéologues qui visiteront les lieux ne manqueront pas d'être frappés par l'aspect d'allée couverte présenté par la salle C, sorte de large fissure ayant pour toit un énorme bloc, et, plus loin, une épaisseur de roche considérable, plancher des grandes salles.



FIG. 2. — Photographie des fouilles dans la salle C.
LÉGENDE. — En haut et au milieu, on remarque l'extrême pointe du bloc formant toit.
Derrière le coude droit de M. Chaix, qui se tient debout, est l'arête de rocher brisée par les carnacéens.
M. Cotte est accroupi sur le bloc du milieu de la salle ; au-dessus de lui le deuxième plafond est très net.
Sous le manche du pic on entrevoit un de nos murs de soutènement.

C'est là que nous avons fait nos recherches dans la première campagne, après examen des lieux.

MÉTHODE DE FOUILLES. — Le déblaiement a été particulièrement pénible au début; mais nous avons pu ensuite, en rejetant les terres extraites dans les par-

ties fouillées en premier lieu, et en les maintenant avec des murailles de soutènement, explorer la totalité de la salle C. Celle-ci recevra, à son tour, les délais de la salle B, et ainsi, de proche en proche, on pourra repasser complètement le sol de la caverne, y compris l'entrée et la terrasse extérieure.

Toute la terre a été passée à un tamis assez fin pour retenir de gros grains de blé. La moitié environ a été retamisée à un crible plus fin pour y rechercher les graines carbonisées dont nous avons fait une bonne récolte. Le triage était effectué au jour, quelque pénible que fût le transport.

Bien entendu, l'un de nous tenait un carnet de fouilles régulier. Dans notre étude, nous donnerons quelques indications sur l'emplacement des objets, sans nous attacher à une minutie qui n'aurait rien de scientifique, car, à l'exception de la zone superficielle, toutes les couches rencontrées appartenaient à une seule industrie, celle du début de l'âge des Métaux.

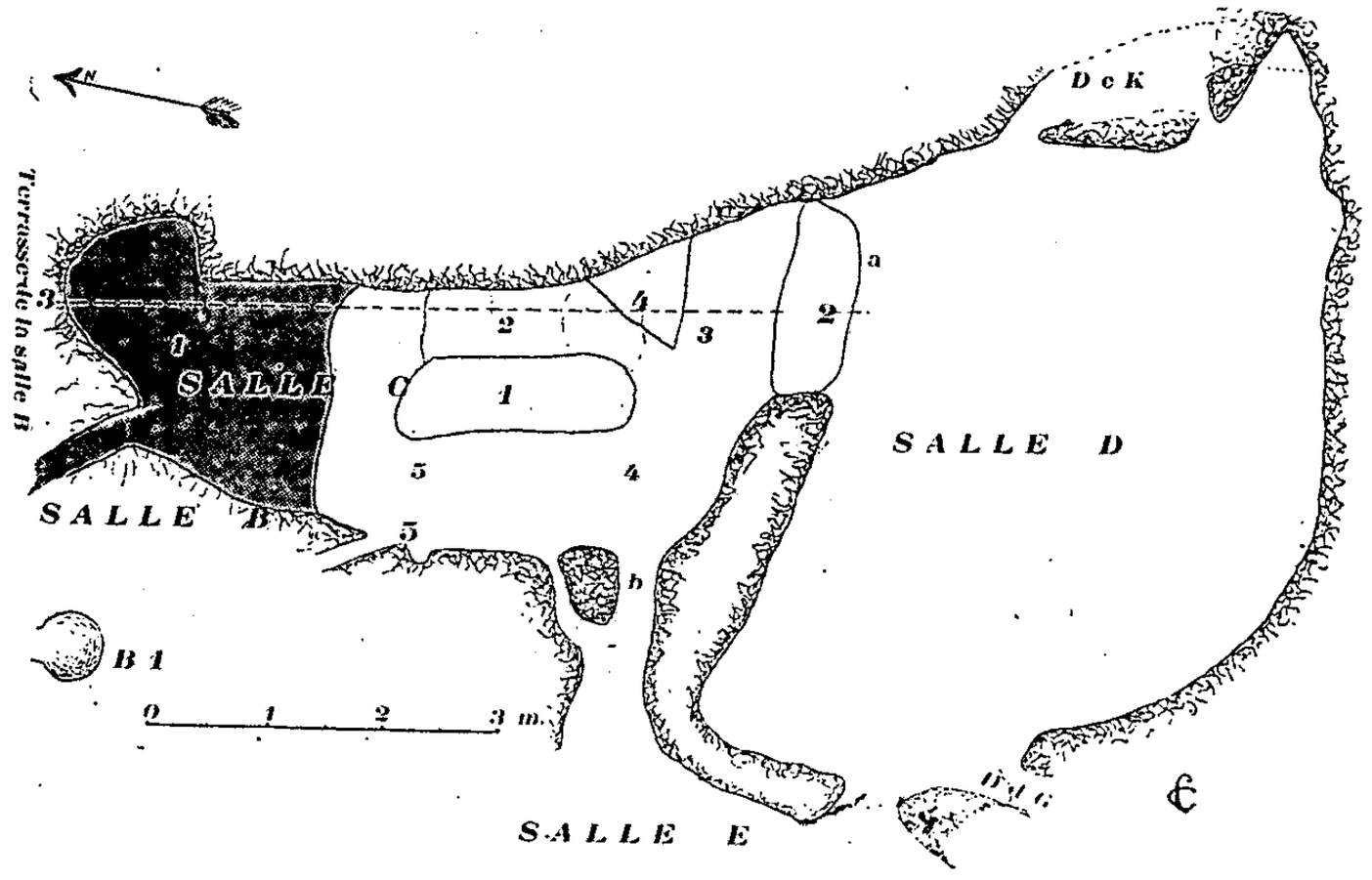


FIG. 3. — Plan des salles C et D.

LÉGENDE. — Les parties teintées sont celles qui n'étaient pas protégées par une voûte particulière; 4, emplacement où les deux plafonds successifs laissent un vide; 1, rocher du milieu de la salle C; 2, rocher formant seuil entre les salles C et D; ligne 2-3, plan de la coupe de la figure 4; 5, endroit où a été trouvée la voûte crânienne; I à V, régions de la salle C fouillées et décrites dans l'article; a, b, c, passages; DdG, passage montant conduisant à la salle G; D*eK, gouffre; B1, mortier.

Nous allons décrire successivement chaque partie de la salle C, en tâchant de reconstituer son histoire :

I. — VESTIBULE. — Ainsi que nous l'avons déjà dit, la salle C n'est en somme qu'une large fissure. Sa partie antérieure (nord) est ce que nous avons nommé le « vestibule ». Cette portion se distingue du reste de la salle C, simplement par l'absence de toit distinct; mais ce fait a suffi pour que les carnacéens ne l'aient guère occupée. Son rôle a été principalement de servir de passage. Comme traces d'adaptation à cette destination, on observe qu'un angle de rocher a été brisé intentionnellement sur une certaine hauteur. Ces cassures remontent à une époque fort ancienne, puisqu'elles se prolongent jusqu'à un niveau bien inférieur à celui des foyers.

Près du rocher 1 nous avons creusé à droite jusqu'à 1m,70 de profondeur, à gauche jusqu'à plus de 1m,80. En ces deux points sont des fissures descendant dans le sous-sol; celle de gauche était même jadis une sorte de gouffre à pente rapide, large, mais avec une faible distance entre les lèvres.

A droite, d'autres fissures latérales s'anastomosent avec celles qui sillonnent la salle B, contournant un grand rocher incliné où est creusé un beau mortier (B1).

Du pied du rocher 1 à la terrasse de la salle B, qui fait suite au couloir AeB, le fond du vestibule est formé d'un rocher en talus très incliné, prolongé par les fissures et le gouffre dont il vient d'être parlé.

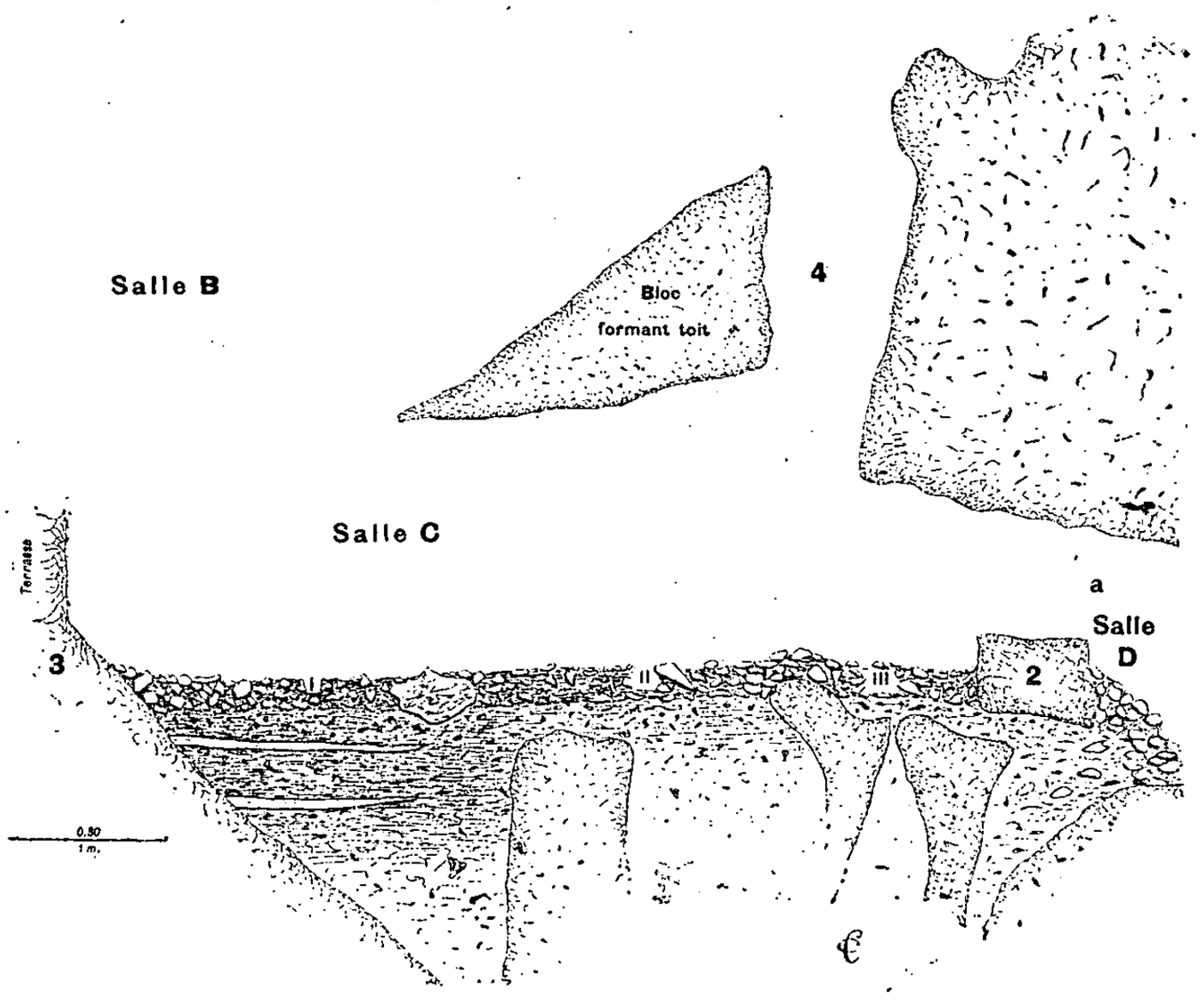


FIG. 4. — Coupe de la salle C, suivant la ligne 2-3 de la figure 3.
LÉGENDE. — Les numéros et lettres correspondent à ceux de la figure 3.

Au bas de ce talus, ou du moins aussi bas que nous avons pu parvenir, le terrain était d'une argile jaune grossière (bien distincte de l'argile de grotte, à cassure conchoïdale, que nous trouvions disséminée dans nos fouilles). La terre n'avait pas la teinte noirâtre donnée par les habitats. Cependant, même à la plus grande profondeur, nous avons découvert des vestiges humains : molaire humaine pentacuspide; silex; poteries de même faciès que la majorité des tessons de la salle C.

Le tout était remanié et il semble logique d'admettre que cet aspect était dû au fait des glissements dans les fissures. A la longue, un équilibre finit par se faire et un sol assez régulier s'établit, composé des terres et des objets archéologiques provenant des régions voisines. Ces objets étaient particulièrement nombreux au bas d'une sorte de cheminée prolongeant la fissure de gauche. Il

faut dire aussi qu'elle formait une niche où les préhistoriques avaient tendance à jeter tous les déchets. Nous y avons recueilli, notamment, des os humains (vertèbres et sacrum). Du côté droit, un fragment de maxillaire avec une molaire semble avoir appartenu au squelette dont nous retrouvons les débris en divers points de la salle C.

Au-dessus de ces couches, où les stratifications n'étaient pas apparentes, existaient deux foyers ; le plus ancien à 80, le plus élevé à 40 centimètres de profondeur. On peut observer qu'à ces niveaux le sol avait été suffisamment exhaussé pour combler le sommet de l'angle formé par la pente du fond et par le rocher.

La zone supérieure (20 centimètres environ) était formée dans toute la salle C et notamment dans le vestibule, par une couche extrêmement caillouteuse entremêlée de poterie carnacéenne, et contenant une très grande proportion de fumier de mouton ou de chèvre datant de l'époque où la caverne servait de bergerie, il y a une trentaine d'années.

Dans cette couche nous avons trouvé un fragment de poterie raclée à stries assez fines, et quelques débris d'un vase à lustre noir fort beau.

Un léger éboulement qui s'est produit durant nos fouilles nous empêche de certifier le niveau auquel se rattachait un petit fragment de bronze.

Les couches carnacéennes (au-dessous de 20 centimètres de profondeur) du vestibule nous ont donné les objets suivants, non encore cités ; une herminette à talon ; deux haches polies (une de type moyennant allongé, et l'autre petite, trapézoïdale) ; divers silex taillés, ou retouchés, certains assez beaux ; des éclats de silex ; divers poinçons, dont un très fin, pouvant prendre le nom d'épingle, et un autre plat et à angle très obtus (pointe de flèche) ; un os rond privé de ses têtes articulaires et usé à ses deux bouts ; l'extrémité d'un lissoir ; celle d'un ciseau robuste : quelques fragments de coquilles de *Cardium edule* et de *Tapes decussata* (sans doute apportées comme parures) ; un peu de sanguine ; de nombreux galets, plus ou moins ovoïdes généralement ; un fragment de roche sableuse très friable, affectant vaguement la silhouette d'un cheval d'échiquier ; nous l'aurions rejeté comme *ludus naturæ* sans la présence sur ses deux faces d'entailles destinées à former la région parotidienne. Nous passons sur la flore, la faune, et la céramique, méritant d'être étudiées à part.

II. — Partie médiane gauche. — La coupe (fig. 4) la représente suivant toute sa longueur, mais cette figure, tout en montrant les blocs qui limitent la fissure en avant et en arrière, laisse supposer que les fouilles ont pu s'y poursuivre à l'aise. Il n'en a cependant rien été, attendu qu'il n'y a qu'une fente dont nous n'avons pu évaluer la profondeur (sûrement plus de 1 mètre) extrêmement resserrée entre le rocher et la paroi gauche. On ne pouvait y engager le corps.

Cette fissure était incomplètement (puisque des glissements se sont produits sous l'effort de nos outils) remplie par une terre jaune assez fine provenant de l'effritement des roches. Jusqu'à l'extrême profondeur atteinte nous y avons recueilli des fragments de poterie et des éclats de silex, mais ces objets étaient d'autant plus rares que l'on descendait plus bas ; il semble que la fuite des matériaux, plus intense au début qu'à la fin, ait eu ce résultat.

A la surface, existait naturellement la couche d'éboulis.

Les récoltes, dans cette partie, ont été assez maigres ; citons cependant un galet assez arrondi, destiné peut-être à la fabrication d'une bille, et trois parures en coquilles perforées, l'une d'entre elles calcinée.

III. — Partie terminale gauche. — Cette partie avait un fond très inégal. Sa plus grande surface était formée d'une petite terrasse à 20-50 centimètres au-

dessous du niveau supérieur existant avant nos fouilles. Mais ce plateau rocheux avait, principalement du côté gauche, de profondes fissures; l'une d'elles permettait, au début de l'occupation carnacéenne, de passer sous le bloc 2 qui sépare les salles C et D. Il faut répéter, pour le remplissage de ces fissures, ce qui a été indiqué pour celles de la partie II. Toutefois, les plus larges étaient un peu plus riches.

Sur le bloc 2 les carnacéens déposaient des objets qui, tombant devant ou derrière lui, ont enrichi les couches des alentours. Sous lui nous avons retrouvé un très beau poinçon à la place où les habitants préhistoriques l'avaient entreposé. La pointe Est de ce rocher protégeait aussi de nombreux tessons moins brisés qu'ailleurs.

Nos récoltes dans cette partie III nous ont donné entre autres les objets suivants : une petite hache trapézoïdale; une petite pointe de flèche à ailerons horizontaux; une pointe de javelot phyllomorphe; d'autres silex taillés et éclats de silex; des poinçons; un fragment de côte poli sur ses deux faces; une portion de bracelet à section triangulaire; des coquilles de cardium travaillées ou non; un godet entier, caréné.

IV. — Partie terminale droite. — La terrasse de la partie précédente est bordée par une brusque dénivellation. Cette cuvette de droite, profonde de 1m,50, est elle-même sillonnée par des fissures comparables, pour les vestiges archéologiques, à celles citées plus haut. En outre, sa paroi S.-S.-O. est formée par un rocher qui sert de plafond à une fissure de faible diamètre antéro-postérieur, mais très large, ayant une inclinaison semblable à celle du sol du vestibule. Là encore beaucoup d'objets sont descendus à des profondeures telles que nous n'avons pu aller les y chercher.

A droite est une ouverture (b) qui donne dans la salle E. Pendant longtemps elle a pu servir de passage. Petit à petit, le sol s'exhaussant, ce conduit n'a plus été qu'une niche; à ce moment, à une profondeur de 60 centimètres environ) on a déposé dans cette partie abritée divers objets, qui ne formaient pas le trésor d'une cachette, car ils étaient isolés les uns des autres; mais leur position à un niveau sensiblement égal doit réunir, dans la pensée de l'archéologue, ces objets : poignard et deux lames (une retouchée, l'autre à fil intact), en silex; fragment de côte poli semblable à celui de la partie III, mais présentant des entailles à ses extrémités; bille en pierre polie. On peut se demander si c'était le mobilier d'une sépulture (nous avons indiqué la découverte de débris de squelette en divers points), ou un simple dépôt.

Il est utile de constater qu'il y avait un foyer au-dessus de ces objets, mais sous la couche des éboulis, et un, au-dessous, contenant une coquille de moule.

On constate d'autres foyers dans cette partie IV, mais ce ne sont que les prolongements de ceux, particulièrement abondants, de la partie V.

La cuvette était habituellement occupée par l'homme lui-même.

Nous y avons recueilli entre autres objets ; divers silex taillés, dont un grattoir; plusieurs poinçons dont deux à tête articulaire servant de poignée; l'extrémité d'un pic en os; deux perles; un bouton rond en coquille de *cardium*; un disque en pierre, bouton non encore perforé (?) ; des fragments de meule dormante.

V. — Partie médiane droite. — Formait, entre le rocher du milieu et la paroi droite, un petit couloir à bords à peu près perpendiculaires réunissant au vestibule la partie IV. Le sol en était composé par une couche stalagmitique de 30 centimètres plus élevée au nord qu'au sud.

Sa position assurant que les remaniements y étaient infiniment moins à craindre qu'en tout autre point, nous avons attaché une importance particulière à l'étude de chacune de ses couches.

La zone de cailloutis avec crottes avait une épaisseur variant de 20 à 50 centimètres.

En dessous nous avons fouillé une bande de 20 centimètres d'épaisseur dont les déblais, examinés au jour comme tous les autres, ont donné une poterie grossière *peinte*. Cette couche a aussi livré des parures.

Ensuite, jusqu'au sol stalagmitique, nous avons observé des nappes alternées de foyers et de terre, ce qui semble témoigner d'abandons successifs dus peut-être aux changements de saisons.

Nous avons récolté dans ces couches profondes ; divers silex dont une pointe de javelot en cours de taille ; un fragment de hache (?) en os calciné ; un gros ciseau en os ; des poinçons ; un bois de cervidé fendu intentionnellement ; diverses parures (perles en calcaire, en coquille, coquilles perforées, pendeloque en bois sculpté, etc.) ; les trois quarts d'un gros anneau en calcaire (trop petit pour être un bracelet), forme demi-jonc ; un godet en pierre, naturel, mais apporté du dehors.

N'oublions pas une des trouvailles les plus importantes.

La paroi de gauche, recouverte de concrétions stalagmitiques, offrait, vers 1 mètre de profondeur, un recoin (5) où reposait, sur un lit de sable jaune signalé dans les fissures des autres parties, une importante portion de voûte cranienne formant coupe ; elle n'était accompagnée d'aucun mobilier. M. le docteur A. Cotte a pu y réunir divers fragments trouvés dans les foyers de la même partie V, et une portion de frontal recueillie dans la partie terminale de la salle. Dans toutes les régions de celle-ci, nous avons rencontré des portions du squelette qui a été entièrement dispersé. Vraisemblablement il s'agit soit d'un individu mort abandonné et dont les animaux ont bouleversé les restes, soit d'une sépulture violée inconsciemment par les occupants ultérieurs ; ceux-ci, reconnaissent des vestiges humains, ont placé la voûte cranienne au point où nous l'avons recueillie, hors des injures, des pas. Ils ont ensuite établi devant ce crâne un foyer qui en a brûlé la partie antérieure.

Dans toute la salle, nous avons trouvé de nombreux tessons de poterie et des galets de la Durance. Certains galets portent des étoilures, ou des plans de polissage, qui montrent leur caractère de percuteurs, de pilons, de meules à main, de meules dormantes, etc. Les autres n'offrent pas ces traces d'utilisation, et l'on se demande le pourquoi de leur apport en un point aussi élevé. Remarquons cependant que de pareil fait a été signalé par l'un de nous au Fortin-du-Saut (Châteauneuf-lès-Martigues) (1) station à laquelle il assignait la date de l'habitat de l'Adaouste, la période carnacéenne correspond au début de l'âge du Bronze. Il y a peut-être lieu de rapprocher ces galets, souvent vaguement sphériques, des billes employées à la même époque. Quoi qu'il en soit, leur présence est intéressante à noter.

Il nous paraît difficile d'admettre que nos recherches ultérieures puissent infirmer les conclusions que l'un de nous posait, sur l'âge du gisement, dès ses premières glanes (Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, 1907).

(1) Ch. COTTE. *Le début de l'Age des Métaux dans les Bouches-du-Rhône.* Congrès National Préhistorique. 1906.

Mais il sera utile de rassembler de nombreux renseignements sur une époque encore fort mal connue dans notre région, et la caverne de l'Adaouste nous a promis, dès le début, d'intéressants documents sur la flore, la faune, l'industrie lithique et la céramique du début de l'âge des Métaux.

Si les circonstances nous le permettent, nous continuerons donc nos fouilles. Il serait particulièrement important de recueillir divers échantillons de poterie peinte indigène.

M. COLLOT

Professeur à l'Université (Dijon).

POTERIES D'ORIGINE ITALIQUE DANS LES BOUCHES-DU-RHONE

— 8 août —

J'ai rencontré, dans les Bouches-du-Rhône, des fragments de vases qui, par leur fabrication au tour, par leurs formes, sont attribuables à l'époque romaine. Ce sont entre autres des portions d'amphores. Certaines de ces poteries sont piquetées de points noirs. A la loupe j'ai constaté qu'il s'agit de minuscules cristaux de *pyroxène* allongés suivant les arêtes *mm* et présentant un contour octogonal, leur couleur est d'un vert qui n'est pas excessivement foncé. Ils ont toutes les apparences de ceux qu'on trouve dans les roches du Vésuve et des anciens volcans du Latium. Les poteries peuvent avoir été fabriquées avec des argiles provenant de la décomposition des roches ci-dessus (laves et tufs) et le pyroxène s'y trouve comme minéral non altéré dégagé des mêmes roches. Il peut se faire aussi que ces cristaux entraînés par les eaux, lavés, aient constitué, par lévigation, un sable fin et homogène, qui aurait été employé comme matière dégraissante.

Dans l'un et dans l'autre cas, je devais m'attendre à rencontrer de la *magnétite* comme satellite du pyroxène. En effet, ayant pulvérisé grossièrement une petite quantité de poterie, j'en ai isolé, au moyen d'un aimant, une certaine quantité de ce minéral.

Dans un fragment du Collet redon, qu'a bien voulu m'envoyer M. Cotte, notaire à Pertuis, j'ai observé des grains hyalins, durs, sans clivage, donnant à la flamme du chalumeau la coloration violette du potassium : ce doit-être de la *Leucite*, minéral qui ne se retrouve pas dans les produits des anciens volcans de la France, mais qui appartient au Vésuve et au Latium.

Enfin, des grains d'un vert plus clair que ceux de pyroxène, parfois irisés, représentent le *péridot*, encore un élément constitutif de certaines roches volcaniques.

J'ai recueilli ainsi dans les Bouches-du-Rhône, malheureusement sans avoir noté la localité, un fragment plat, épais de 29 millimètres, qui est rempli de menus fragments de *Lapilli volcaniques*. Ils se détachent en noir sur la pâte rouge. Cette différence tranchée de couleur indique qu'ils sont étrangers à l'argile et ont été ajoutés comme matière dégraissante.

Les points où j'ai trouvé les poteries à pyroxène sont les suivants :

Crête sur la Penne, au Nord de Pélissane, 100 mètres environ à l'Est du Signal.

Notre-Dame de Val de Cuech, sur Salon, poignée d'amphore associée à des débris de vaisselle tournée, de dimensions médiocres et de formes diverses, dont une d'apparence samienne, d'autres à pâte grise très fine, d'autres à pâte rouge pâle, avec couverte noire ; meule en basalte vrai.

Entre Cabriès et les Pennes (entre Aix et Marseille).

Sur une petite terrasse qui domine Saint-Antonin, à l'Est d'Aix, le long des pentes de Sainte-Victoire.

Trinquetaille, faubourg d'Arles, connu pour ses restes gallo-romains, sous le limon du Rhône.

Je puis ajouter à ces gisements, grâce à M. Cotte, qui m'a obligeamment communiqué des échantillons des poteries qu'il a signalées comme renfermant des cristaux noirs (1) :

Oppidum du Collet redon, au nord de la route de Carry à Sausset, où « des tessons gallo-romains se rencontrent sur les flancs du tertre ou dans les champs voisins ».

Camp de Laure (Pas-des-Lanciers aux Martigues).

Oppidum de Ventron.

Les cristaux noirs de M. Cotte sont en effet identiques aux miens, ils sont du même pyroxène.

Il est à croire que les Romains, qui trouvaient âpre le vin de la Gaule, se faisaient expédier par mer des amphores de vin d'Italie, et que nous devons à cette pratique la majeure partie des vases à éléments volcaniques, qui doivent avoir été fabriqués en Italie.

A Saint-Antonin, les tessons de poterie sont abondants. Outre les poteries à pyroxène, on y trouve ce type curieux du Sud-Est de la France, dont la matière dégraissante consiste en grains blancs de calcite laminaire. Je connais un point analogue par l'abondance des poteries, c'est une terrasse en contre-bas et au nord de l'Ermitage Sainte-Anne, entre Lambesc et la Roque d'Anteron. Je n'ai malheureusement pas rapporté d'échantillon de cette station ; il est très probable qu'on y trouvera aussi de la poterie à pyroxène.

(1) Ch. COTTE et MARIN-TABOURET, *Association Française*, 1905 ; *Bull. Soc. Archéol. de Provence*, 1905.

M. Henri MARTIN
Docteur en Médecine (Paris).

LA FAUNE MOUSTÉRIENNE DE LA QUINA

— *8 août* —

Depuis quatre ans, je poursuis des fouilles dans le gisement de La Quina, où, avant moi, M. Chauvet avait déjà recueilli, lors des travaux d'une route qui longe la station, des séries de silex et d'ossements et ou d'autres palethnologues, MM. E. Rivière et Ramonet entre autres, avaient fait quelques recherches qui ont été publiées.

Cette année, les travaux ont été menés activement et sur une plus grande étendue, grâce à la générosité de l'*Association Française*, qui mettait à ma disposition une subvention importante.

Ne pouvant exposer ici tout au long le résultat de mes recherches, dont une partie d'ailleurs a déjà paru dans plusieurs Revues, je me bornerai à présenter au Congrès une liste des animaux quaternaires rencontrés jusqu'à ce jour dans la vallée du Voultron et certaines déductions qu'on peut tirer de leur situation dans la couche archéologique.

1° *Cervus Tarandus.*		Très abondant.
2° *Bos?*	Taille moyenne.	Fréquent.
3° *Bos priscus (Bison).*		Abondant.
4° *Equus caballus.*		Très abondant.
5° *Equus?*	Taille de l'âne.	Rare.
6° *Cervus?*	Grande taille.	Très rare.
7° *Cervus?*	Taille du daim.	Très rare.
8° *Canis lupus.*	Forte taille.	Peu fréquent.
9° *Canis vulpes (?)*		Peu fréquent.
10° *Leo Spelæus.*	Forte taille.	Rare.
11° *Ursus?*	Petite taille.	Une phalange.
12° *Mustélidé (?)*		Une canine.
13° *Mustélidé (?)*	Taille de la fouine.	1 squelette incomplet.
14° *Homo.*	Taille moyenne.	2 astragales (droit et gauche).
15° *Lepus?*		1 cubitus.

Cette liste, qui manque de précision dans les déterminations, sera probablement un jour complétée, car certains os demandent une étude délicate; nous devons, en effet, être très réservés dans nos attributions d'espèces: les caractères ostéologiques ne permettant pas d'établir actuellement une distinction entre deux variétés et même parfois entre deux espèces rapprochées. Les mensurations des os donnent déjà de bons caractères, mais insuffisants et variables, il faut espérer que les naturalistes pourront plus

tard différencier les espèces du quaternaire d'avec les actuelles. On a déjà soutenu, que le renne, le cheval et les bœufs n'étaient pas chez nos ancêtres semblables à ceux qui vivent actuellement, et je partagerais volontiers cet avis.

La liste des espèces trouvées à La Quina n'aurait qu'un intérêt secondaire confirmant seulement ce qui a été vu ailleurs, si on n'en tirait quelques déductions : c'est donc de la répartition des animaux et des conditions de leur trouvaille que je veux entretenir le Congrès.

Quatre espèces d'animaux semblent avoir été recherchées spécialement par les Moustériens pour leur nourriture : le renne, le cheval et deux types de bœufs ; tous sont très répandus dans les couches supérieures de la station ; cependant, le renne diminue notablement dans la couche inférieure. Les différentes parties du squelette de ces animaux s'y rencontrent à peu près dans les mêmes proportions ; toutes les phalanges, toutes les vertèbres, toutes les côtes existent, mais les crânes entiers font défaut. On peut cependant affirmer leur existence, car certaines portions du maxillaire supérieur et des fragments de la calotte cranienne, attenants encore aux bois de rennes, prouvent que cette région du squelette a été brisée comme les os longs.

Ici, comme dans les autres gisements, les os contenant de la moelle sont fracturés ; c'est à peine si, au milieu d'une grande quantité d'ossements, j'ai pu recueillir entiers trois métatarsiens de renne et un seul de bœuf. Ce traumatisme particulier des os, connu depuis longtemps, s'arrête aux phalanges, au carpe et au tarse, l'homme avait déjà reconnu que la quantité de moelle contenue dans ces os était négligeable ou nulle.

Les vertèbres, par leur présence et leur nombre, fournissent un caractère important ; ordinairement isolées, je les ai cependant rencontrées plusieurs fois accolées et dans la position anatomique, au nombre de deux et même de trois. Ce fait, joint à l'existence de toutes les autres parties du squelette, permet d'affirmer que les animaux étaient consommés sur place.

Les côtes, très abondantes, portent des incisions aux deux faces, et les profonds sillons que j'ai observés sur leur face interne font entrevoir une dissection opiniâtre, à coups de silex, au niveau du diaphragme, sans doute pendant le dégagement des organes contenus dans la cavité thoracique. Presque tous les os, d'ailleurs, portent des marques de décarnisation et souvent de désarticulation. L'homme ne broyait pas toujours les os dans le débitage des animaux ; il prenait, au contraire, souvent, beaucoup de soins pour désarticuler, adoptant mêmes certaines méthodes, comme je pense l'avoir démontré, il y a un an, au Congrès d'Autun, pour l'articulation tibio-tarsienne. Les traces d'un travail semblable se trouvent aussi sur les articulations coxo-fémorale, scapulo-humérale, etc.

On croit généralement que les Moustériens tuaient tous leurs animaux

à la chasse, cette notion est devenue presque un axiome; mes observations me permettent cependant d'en douter. Comment expliquer le transport d'un animal entier, dépassant un poids de 1.000 kilogrammes, à travers une contrée accidentée et périlleuse, pour se rendre du lieu de chasse au point de cantonnement? On a avancé l'hypothèse de dépècement sur place, mais cette assertion entraîne nécessairement l'abandon de certaines parties de l'animal, d'une qualité inférieure ou inutiles, telles que côtes, vertèbres et phalanges, qui, au contraire, abondent dans la station. Il est plus rationnel d'admettre l'abattage des gros animaux sur le lieu d'habitation. Peut-être les bisons vivaient-ils à l'état demi-sauvage? Poussés et traqués dans des fosses, ou dans tout autre piège, venaient-ils tomber dans les mains de l'homme à proximité des huttes? Cette question soulève naturellement celle de la domestication : niée par G. de Mortillet, soutenue par Piette et de Ferry, il faut reconnaître qu'il n'est pas aisé de se prononcer. Seul de Ferry s'est appuyé sur des faits précis et anatomiques, ce qui est préférable à l'intervention du chien comme complément indispensable de la domestication. Peut-être la présence d'animaux énormes, entiers et non transportables, observés à La Quina, fournira un argument en faveur d'une domestication limitée.

Parmi les espèces signalées, un Mustélidé de la taille de la fouine gisait dans la couche sableuse (1), une bonne partie de son squelette a pu être recueillie; les os, dans l'ordre naturel, contrastaient étrangement avec les pièces éparses des animaux consommés.

Dans cette station, disposée en petites terrasses et en à-pic, la protection contre les fauves était possible, aussi la destruction sur place de ces animaux était-elle exceptionnelle; le lion, l'ours, le renard, le loup y sont rarement rencontrés.

L'homme, qui, jusqu'à présent, n'avait jamais été trouvé dans ces couches, a cependant fourni au commencement de l'année deux astragales, le droit et le gauche, trouvés à quelques centimètres l'un de l'autre dans la couche n° 2, coupe C. Ces deux os de même proportion devaient appartenir à un même individu de taille moyenne. Malheureusement, les travaux de la route, il y a vingt-cinq ans, ont détruit le reste du squelette; j'ai trouvé ces deux os en attaquant une nouvelle partie du talus qui borde le fossé; ils font penser que le squelette était jadis tout entier.

Les fouilles de la station ont actuellement un front d'attaque de 65 mètres, trois tranchées perpendiculaires ont été poussées vers la falaise; de plus, la partie fouillée mesure de 2 à 10 mètres dans la direction des couches; au total, il y a environ 300 mètres carrés explorés.

Ces recherches sont encore insuffisantes au point de vue des traces

(1) Consulter la coupe publiée dans l'*Homme préhistorique*, novembre 1907, p. 321.

humaines, mais les deux astragales signalés laissent un espoir. Il est permis toutefois de tirer une déduction de ces faits, en avançant que les cadavres humains prenaient une autre direction que celle des débris alimentaires ; peut être étaient-ils abandonnés sur le plateau, ou jetés à la rivière?

M. Germain SICARD

(Caunes-Minervois) (Aude).

SÉPULTURES ET CIMETIÈRES ANTIQUES DU DÉPARTEMENT DE L'AUDE

— 8 août —

Des recherches dans les divers mémoires publiés sur le département de l'Aude et des renseignements puisés à des sources diverses ont permis à M. G. Sicard d'établir une sorte de dictionnaire qui facilitera le travail des auteurs qui auront à s'occuper de la région méridionale de la France. Ce travail comprend quatre parties : 1° et 2° Dolmens et Menhirs ; 3° Grottes sépulcrales ; 4° Cimetières et Sépultures antiques.

Les localités imprimées en capitales sont classées par ordre alphabétique ; en regard de chacune d'elles, on trouve, brièvement énoncées, les découvertes qui y ont été faites.

1° DOLMENS

BIZE

Canton de Ginestas.

Sur les confins des départements de l'Aude et de l'Hérault, M. Miquel (de Barroubio, commune d'Aiguesvives, Hérault) a signalé plusieurs dolmens dont trois appartiennent à la région de l'Aude, et sont situés dans une langue de terre qui s'avance dans le département de l'Hérault et est désignée comme quartier rural sous le nom de *la Roueyre. (M. Miquel : Bull. de la comm. arch. de Narbonne, 1896, t. XLI.)*

CAUNES

Canton de Peyriac-Minervois.

M. Mahul dans son *Cartulaire de l'ancien diocèse de Carcassonne, (t. IV, p. 161)* et M. Louis Béziat dans son *Histoire de l'abbaye de Caunes (p. 40)*, ainsi que l'inventaire des monuments mégalithiques de France *(Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Paris, séance du 20 janvier 1880, p. 46)*, signalent un dolmen dans le territoire de Caunes, près de la chapelle de Notre-Dame-du-Cros. Ce prétendu dolmen n'est qu'un énorme quartier de roche tombé de la muraille rocheuse qui l'avoisine, et sous lequel on a établi un rucher.

COUSTOUGE

Canton de Durban.

Dolmen signalé dans l'inventaire des monuments mégalithiques de France *(p. 46, aut suprà)*. D'après une lettre de M. Tournal, de Narbonne, ce monument serait situé près de la campagne de Palaïs. Il le désigne comme demi-dolmen.

DERNACUEILLETTE

Canton de Mouthoumet.

Dolmen, signalé dans l'inventaire des monuments mégalithiques de France *(p. 46, aut supra)*.

FONTJONCOUSE

Canton de Durban.

[dolmen]³ L'inventaire des monuments mégalithiques signale trois dolmens sur le territoire de Fontjoncouse. L'un, entre Albas et Fontjoncouse, s'appelle le *dolmen de Pollax (Renseignement de feu M. Riols, conservateur du Musée de Narbonne)*. Un autre, suivant M. Tournal *(Lettre du 20 octobre 1860 à M. A. Bertrand* serait un demi? dolmen sur gal-gal. On l'appelle *Camp dal Palet.*

LAURE

Canton de Peyriac-Minervois.

[dolmen] Sur une éminence, récemment boisée de pins et jadis de chênes verts, au lieu dit Saint-Eugène, on retrouve les traces bien évidentes d'un dolmen de dimensions considérables; la crypte se trouve au milieu de deux allées couvertes; la longueur de l'ensemble est de 14m,70 *(Reconnu par l'auteur)*.

MASSAC

Canton de Mouthoumet.

[dolmen]³. La Commission des monuments mégalithiques *(inventaire aut suprà)* signale trois dolmens dans cette commune. L'un d'eux, situé à 2 kilomètres du village est remarquable par ses dimensions et son bon état de conservation. Ces monuments sont appelés dans le pays *Tables des morts (Fouillés par M. Barrier, ingénieur des Mines.)*

MONZE

Canton de Capendu.

[dolmen] Dans la commune de Monze, au nord, sur un des contreforts du mont Alaric, se trouve un dolmen bien conservé. A côté de ce monument existe une tombelle accessoire formée de dalles de pierre émergeant à peine du sol. *(Fouillé par M. G. Sicard en 1890.)*

PÉPIEUX

Canton de Peyriac-Minervois.

[dolmen] Le dolmen de Pépieux, situé sur un mamelon isolé, appelé dans le pays *Moural de las Fàdos*, est sans contredit le plus remarquable monument de ce genre dans l'Aude. Il est fort bien conservé. Sa crypte centrale se trouve entre deux allées couvertes dont les supports sont encore debout. La dalle qui recouvre la chambre centrale est en calcaire nummulitique et a 5m,45 de long sur 2m,90 de large et 35 centimètres d'épaisseur. L'ensemble a une longueur de 24 mètres. *(Fouillé par M. E. Rivière, de Pépieux.)*

TRASSANEL

Canton de Mas-Cabardès.

[dolmen]² Il existe, dans les environs de Trassanel, deux dolmens bien reconnaissables, bien qu'aux trois quarts démolis. *(Renseignement de M. Louis Baleste, de Cabrespine.)*

TOUROUZELLE

Canton de Lézignan.

[dolmen] Un dolmen existe sur le territoire de Tourouzelle. Ses supports sont debout, la table fendue est tombée à l'intérieur. *(Renseignement de M. Madrennes, ancien notaire de Fabrezan.)*

VILLENEUVE-MINERVOIS

Canton de Peyriac-Minervois.

[dolmen] Dolmen du Val d'Homps, dit *Palet de Roland*, bien conservé, sur une éminence isolée de la Montagne Noire, domine toute la plaine minervoise. A 100 mètres à l'ouest, deux tombelles en dalles, au-dessus de la métairie de

Roquetrucade ; M. Cartailhac a remarqué un petit cromlech dans les alentours. *(M. Verguet, chanoine, Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, années 1858-59, p. 246. — Ditundy Lect. sur le dép. de l'Aude — G. Sicard : Bull. de la Soc. d'ét. s. de l'Aude, t. IV, p. 95.)*

VILLALIER

Canton de Conques.

⊓ Sur une éminence boisée, près du château de Fourtou, en faisant des fouilles en 1902 pour établir les fondations d'un mausolée destiné aux restes d'Armand Barbès, on mit à jour un dolmen intact que quelques personnes allèrent visiter ; mais, sans doute pour éviter les curiosités importunes, on se hâta de le recouvrir de terre et on édifia dessus le monument projeté. *(Renseignement de l'abbé Baichère, ancien professeur au petit séminaire de Carcassonne.)*

2° MENHIRS

ALET

Canton de Limoux.

Δ[3] Trois menhirs existent dans la commune d'Alet. Ils sont signalés par la Commission des monuments mégalithiques. Deux de ces menhirs se trouvent près du hameau de Saint-Salvaire, le troisième près la métairie de Bacou *(Recherches historiques sur la ville d'Alet, par l'abbé Lasserre, Carcassonne 1877.)*

ARQUES

Canton de Couiza.

Δ Un menhir se trouve sur la route de Couiza à Arques, peu avant d'arriver à ce village, il est désigné sous le nom de *Menhir de Peyrolles. (Signalé par la Commission des monuments mégalithiques. (Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. VIII, p. 24 (M. Bedos, garde général des eaux et forêts.)*

BAGNOLES

Canton de Conques.

⅄ A 300 mètres environ du village de Bagnoles, existait un menhir de 4 mètres de hauteur désigné sous le nom de *Roquo plantado.* Il fut détruit vers 1870, lors de la construction de la distillerie Valent, et ses débris furent incorporés dans la bâtisse. *(Abbé Baichère : Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, t. X, p. 186.)*

BELCASTEL-et-BUC

Canton de Saint-Hilaire.

Δ *Un menhir est signalé dans cette commune par la Commission des monuments mégalithiques.*

BOUISSE

Canton de Mouthoumet.

Δ Sur un mamelon, au lieu dit Clos de l'Hoste se dresse un menhir appelé *Peyro dreito. (Renseignement de l'abbé Ancé, curé de Greffeil.)*

COUNOZOULS

Canton d'Axat.

Δ Menhir en granit de 4 à 5 mètres de haut, au-dessous du village, sur la rive gauche de l'Aiguette. La pierre, de forme quadrangulaire, érigée au milieu d'un amoncellement naturel de blocs de granit arrondis, est plus large au sommet qu'à la base. *(Excursion dans le Donnezan, par G. Sicard, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. XVII, p. 132.)*

CUCUGNAN

Canton de Tuchan.

Δ *La Commission des monuments mégalithiques signale un menhir sur le territoire de la commune de Cucugnan.*

FOURNES

Canton de Mas-Cabardès.

Δ² Deux menhirs existent à l'est du village de Fournes : l'un gît au milieu d'une enceinte de pierres éboulées, au lieu dit le Peyregat, long 3ᵐ,75 ; le second, incliné et appuyé sur un support de pierres porte le nom de *Peyro plantado,* long 2ᵐ, 80 hors de terre. *(Reconnu par G. Sicard en 1895.) (Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. XI, p. 151).*

GREFFEIL

Canton de Saint-Hilaire.

Δ² Deux menhirs se dressent à 2 kilomètres à l'est du village, dans la forêt domaniale de Castillon, au lieu dit les Usclades ; ils portent le nom de *Peyros dreitos.* (Renseignement de M. l'abbé Ancé, curé de Greffeil, lettre du 3 janvier 1899.) *(Monographie de Greffeil, par M. Bayle, inst Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, 1895, p. 177.)*

LAGRASSE

Canton de Lagrasse.

Δ ? Au lieu dit Prax, s'élève une haute borne, appelée dans le pays *Peyro dreito (Renseignement du docteur Degrave, de Lagrasse.)*

MALVES

Canton de Congues.

Δ Le menhir le plus remarquable du département de l'Aude est, sans contredit, celui qui se dresse en face du village de Malves, sur la rive droite du Clamoux. Ce monolithe, légèrement incliné vers l'est, a 5 mètres de haut sur 1ᵐ,45 de large et 40 centimètres d'épaisseur ; il est en grès carcassien. Malheureusement une fente, causée par les outrages du temps, se montre à 2 mètres environ du sol et menace d'une chute prochaine la partie supérieure du monument. *(L'abbé Verguet : Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, années 1858-59, p. 246). — G. Sicard : Bull. de la soc. d'ét. soc. de l'Aude, t. II, p. 65.)*

PRADELLES-CABARDÈS

Canton de Mas-Cabardès.

Δ Δ Au-dessus et à l'ouest du hameau de la Serre, se dresse le menhir dit la *Peyro dreito* de Nouret. Sur un des contreforts du pic de Nore, point culminant de la montagne Noire se trouve le col de la Roquo Plantado, indiquant sans doute un menhir aujourd'hui détruit et dont je n'ai pu retrouver les traces. *(M. G. Sicard : Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1905, t. XVI, p. 239.)*

RIEUX-EN-VAL

Canton de Lagrasse.

† Δ Sur un monticule entre Rieux et Serviès-en-Val on remarque un menhir, surmonté d'une croix. La pierre a 2ᵐ,20 de haut sur 2 mètres de large *(docteur Bourrel : Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1906, t. XVII, p. 89.)*

ROULLENS

Canton de Montréal.

Δ Un ténément du plan cadastral porte le nom de Peyro-Plantado

SAINT-POLYCARPE

Canton de Saint-Hilaire.

Λ Sur une hauteur voisine de Saint-Polycarpe, existe un menhir de 1m,45 de hauteur. Il existe au sujet de cette pierre une légende populaire : « Un géant appelé Marre jouait un jour avec cette pierre qu'il avait arrachée à une chaine de rochers voisine dite la Roquo-de-Broundo. Il voulait la lancer comme un palet sur le village d'Alet, situé à 7 kilomètres, lorsque, dans le trajet, elle heurta la cime de la montagne et s'y planta solidement » *(Le village de Saint-Polycarpe et ses environs, par M. François Sauvère, Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, 1895, t. VII, p. 155.)*

SAISSAC

Canton de Saissac.

Λ 2 Il existe deux menhirs dans la commune de Saissac, le plus considérable se trouve au nord du village sur la route des Cammazes au milieu d'uue lande marécageuse. Le monolithe est eu granit et à 3m,55 de haut ; il affecte une forme conique. Le second menhir se trouve à 6 ou 700 mètres de la métairie de l'Azerou, il est aussi en granit et à 2m,70 de hauteur. Non loin au sud du mégalithe, on remarque d'autres pierres plantées de 1 mètre à 1m,40. Certaines de ces pierres sont reliées par une étroite chaussée pavée de légères intumences formées de galets de granit existant à la base de ces pierres et indiquant la place de celles qui ont disparu. Les alignements de celles qui restent formeraient la figure d'un grand triangle. *(Excursion de la Société d'ét. sc. de l'Aude à Saint-Denis et Saissac, le 30 juin 1907, rapporteur M. G. Sicard.)*

VILLARS-EN-VAL

Canton de Lagrasse.

Λ Un menhir existe sur le territoire de la commune de Villars-en-Val *(Renseignement de M. Cartailhac.)*

VILLALIER

Canton de Conques.

Λ ? Un ténement du plan cadastral porte le nom de Peyro Ficado.

3° GROTTES SÉPULCRALES DE L'AUDE

ARMISSAN

Canton de Narbonne.

Grotte de Moujean : on y a recueilli des ossements humains. *(Note de M. Jules Martin, instituteur à Armissan, réponse au questionnaire de la Société d'ét. sc. de l'Aude, 1893.)*

BIZE

Canton de Ginestas.

Grottes des Moulins (2), ossements humains et ossements d'animaux. Débris des industries paléolithiques, néolithiques et de l'âge du bronze. *(Marcel de Serres : Notice sur les cavernes à ossements du département de l'Aude, Montpellier 1839. — Tournal : Annales des mines, 2e série, t. V, 1829. — Tournal : note sur deux cavernes à ossements découvertes à Bize : Annales des sciences naturelles, 1re série, t. XII. — Tournal : Annales des sciences naturelles, t. XVIII, 1829. — Note sur la caverne de Bize : Ann. sc. nat., 1re série, t. XV* et *Bull. géol. de France, 1re série, t. II, 1832. — Considération générale sur les cavernes à ossements : Ann. de chimie et de physique, fév. 1832. — Notice générale sur le département de l'Aude, Carcassonne, Pomies 1868, in-8°, 29 p. — Extrait de l'Annuaire de l'Aude ; M. E. Cartailhac : Une visite au musée de Narbonne, Mat. V., 1869. — Les grottes de Bize et de la Crouzade, Mat. XII, 1877.*

— *Marius Catala d'Argeliers : Excursion du 30 avril 1905 aux environs de Bize, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. XVIII, p. 59. (M. Catala continue les fouilles des grottes de Bize.)*

CAUNE6

Canton de Peyriac-Minervois.

Grottes de Buffens : Sépultures de l'âge du bronze. *(M. G. Sicard, Toulouse, Regnault, éd. 1886, Matériaux p. l'hist. primitive de l'homme, 1885.)*

Balmo dal Carrat : sépultures néolithiques. *(G. Sicard, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1897.)*

Grotte de la Goino, près le hameau de Pujol-de-Bosc : crâne humain et bois de cerf. *(M. G. Sicard.)*

CITOU

Canton de Peyriac-Minervois.

Grottes de l'Esclavaladou : Sépultures néolithiques. *(MM. G. Sicard et Gabriel Perrière, insp. primaire, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1898, t. IX, p. 49.)*

EMBRES

Canton de Tuchan.

Grotte de l'Agnel : ossements humains. *(Renseignement du docteur Courrent, de Tuchan, 1897.)*

ESCOULOUBRE

Canton d'Axat.

Grotte d'Usson, près de l'établissement des bains de ce nom. En 1904, M. Soumain, alors propriétaire des bains, mit à jour dans cette grotte dix-sept squelettes humains. *(Renseignement pris sur les lieux, M. G. Sicard.)*

FLEURY

Canton de Narbonne.

A l'est du village, une grotte artificielle, détruite aujourd'hui, renfermait des sépultures néolithiques contenant sept squelettes.

Grotte de la Gabougeolette, dans le vallon de ce nom : sépultures néolithiques contenant trois squelettes. *(M. Campardou, Bull. de la Com. arch. de Narbonne, t. VIII, 1re sem. 1904.)*

FOURTOU

Canton de Couiza.

Grotte des Sorcières ou des Mythonnes, située à un kilomètre du village au bord de la rivière, d'accès difficile. *(M. Fages, de Carcassonne, y a recueilli une mâchoire humaine. (Excursion du 10 mai 1907, de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude.)*

FOURNES

Canton de Mas-Cabardès.

Grotte de la Foun Castellane dans un ravin, près d'un sentier conduisant à Lastours : on y a trouvé des ossements humains. *(Renseignement recueilli sur les lieux.)*

GRUISSAN

Canton de Coursan.

Grotte de la Foun del Gorb (Fontaine du Corbeau), près l'Hospitalet, dans le vallon de la Combe de l'Habit : sépultures néolithiques. *(Fouillée par M. Maurel, instituteur à Armissan. (M. Campardou, Bull. Com. arch. de Narbonne, t. VIII, 1904.*

LASTOURS

Canton de Mas-Cabardès

Grottes des Morts : Ces deux grottes situées près de l'usine de la Fonde, sur la rive droite de l'Orbiel, furent découvertes et décrites lors de la construction de la route du Mas-Cabardès ; elles contenaient plusieurs squelettes : dans une de

ces grottes, ils étaient disposés les pieds contre les parois, les têtes réunies au centre. Après Lastours en face de la source du Pestil, on découvrit, dans les mêmes circonstances, une excavation contenant sept squelettes. *(J. P. Cros, Mémoire sur les cavernes tumulaires de la Fonde, près Lastours, canton de Mas-Cabardès. — Mémoires de la Soc. arch. du midi de la France, t. III, p. 129, 1837.)*

NARBONNE

(Canton de)

Grotte de la femme morte près d'Aussières: ossements humains à l'état de brèche.

SALLÈLES-CABARDÈS CONQUES

(Canton de)

Grotte du Cimetière : nombreux ossements humains, calcinés dans certaines galeries. (*M. Filhol de Toulouse, Cartailhac, Regnault, Sicard y ont opéré des fouilles.*

Grotte de Gazel : sépultures néolithiques *fouillées par M. Nelly de Carcassonne (M. G. Sicard, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. IV, p. 6, 1893.)*

4° SÉPULTURES ET CIMETIÈRES ANTIQUES

AIGUESVIVES

Canton de Peyriac-Minervois.

Butte artificielle sur une hauteur appelée Lagardie, dans laquelle on remarque une couche d'ossements humains mélangés avec des débris d'animaux.

Tombes en dalles, près la métairie des Noyers, renfermant des objets gallo-romains *(Fouilles du docteur Bourrel, de Carcassonne.)*

ARGELIERS

Canton de Ginestas.

Tombes gallo-romaines, sur la route de Bize, découvertes en 1902 *(Fouilles de M. Marius Cathala d'Argeliers.) (Notice sur un cimetière gallo-romain* et *Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1903, t. XIV, p. 189).*

ARAGON

Canton d'Alzonne.

Tombe construite en briques à rebord, dans un champ appartenant au baron Peyrusse, sec. D, n° 427. Au fond, se trouvait une plaque en marbre blanc, portant une inscription romaine : *V. L. CORNL. RVTTILIÆ. EXORAT. (Mahul: Cart. t. I, p. 46).*

BELPECH

Canton de Belpech.

On a découvert, à Belpech, un vase gaulois dans une sépulture à incinération *(Musée de Narbonne).* Sépultures romaines et franques sur l'emplacement probable de Garnacum. *(Géog. de l'Aude, par Joanne.)*

BAGNOLES

Canton de Conques.

Sur le penchant sud du coteau de Thouminé, cimetière gallo-romain de Péchant; on y a recueilli des lampes, des amphores, des urnes et des monnaies consulaires *(L'abbé Baichère : Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, t. X, p. 94).*

BOUISSE

Canton de Mouthoumet.

Au lieu dit Clos de l'Hoste, sur un mamelon, près d'un menhir, on a trouvé de nombreux ossements humains *(Rens. de l'abbé Ancé, curé de Greffeil).*

CARCASSONNE

Canton de Carcassonne.

Près de la cité, on a découvert, vers 1834, trente-deux urnes funéraires dans le champ n° 1190, à l'est de la ville. Près du même lieu et de l'église démolie de Saint-Étienne, on a trouvé plusieurs sarcophages en grès *(Mahul : Cart., t. V. p. 735)*.

Près de la Fageole, dans la sablière du chemin de fer du Midi, se trouvent des tombes formées de dalles brutes; on peut recueillir, dans le voisinage, des débris de poteries samiennes et d'objets romains *(Rens. de M. G. Rebelle, de Carcassonne)*.

CONQUES

Canton de Conques.

Près la métairie de Russec ou Rieussec, on a trouvé plusieurs squelettes déposés sur le roc, à 8 ou 10 pieds de profondeur, ainsi que des monnaies de cuivre *(Viguerie : Annales de Carcassonne, t. II, fol. 713. — Mahul : Cart., t. II, p. 19)*.

CAVANAC

Canton de Carcassonne.

Au pied du plateau de la Justice, n° 135 du plan cadastral, sépulture formée par une grande dalle couvrant un vase de pierre contenant des ossements humains, des éclats de silex, une pointe de flèche brisée, un polypier du genre Méandrine *(Fages : Communication. Séance du 19 janvier 1908. Soc. d'ét. sc. de l'Aude)*.

ESPÉRAZA

Canton de Couiza.

Sépulture préhistorique sous un abri sous roche : deux squelettes avec silex taillés, colliers en perles d'ambre (Néolithique) *(M. Fages : Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1907, t. XVIII, p. LXV)*.

FLEURY

Canton de Narbonne.

Près de la métairie de Rivière, sépultures romaines remaniées, poteries samiennes, perles en verrre. Près l'Oustalet, urnes funéraires, poteries samiennes. A Tarraillan, grand tombeau romain non fouillé *(M. Campardou : Bull. de la Com. arch. de Narbonne, t. VIII, 1904)*.

FLOURE

Canton de Capendu.

Il existe, au musée de Carcassonne, un tombeau mérovingien en marbre blanc. Ce sarcophage, orné d'élégantes sculptures, a été trouvé, dans l'église de Floure, enfoncé dans le mur du midi, entre le sanctuaire et la nef. La face antérieure seule était visible. Il fut transporté dans le musée en 1840 *(L'abbé Baichère : Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, 1905, t. I, 2e série, p. 217)*.

GREFFEIL

Canton de Saint-Hilaire.

Dans l'enceinte du vieux château, on a découvert une tombe en dalles grossières contenant deux squelettes et des débris d'armes en fer. — Sur la rive droite du Lauquet, près du moulin, en arrachant un chêne séculaire, on a mis à jour une sépulture avec ossements calcinés et des fragments de poteries très anciennes, deux boutons de bronze et une pointe de flèche du même métal (musée de Carcassonne); à côté, des cendres avec des fragments d'os étaient

renfermées dans une urne avec anses et de forme arrondie. — A 500 mètres au-dessous du village, découverte d'une urne cinéraire en terre rougeâtre. — Dans un champ situé sous le mur d'enceinte du château, dans une excavation creusée dans le roc, espèce de silo, on a trouvé des poteries, une hache en serpentine, des ossements d'hommes et d'animaux plus ou moins calcinés et mélangés avec de la cendre; à côté, on a recueilli une autre urne à anse et à bec contenant des os calcinés. — A 2 kilomètres au nord-est de Greffeil, au-dessus de la métairie de Fajoulet, nombreux débris d'urnes avec anses et à base conique en terre grossière et rougeâtre. — A Greffeillet ou petit Greffeil, à côté de l'ancienne église Saint-Jean ruinée, nombreuses tombes en dalles grossières : quelques-unes renfermaient des petits pots ou cassolettes en fer, ainsi que des pointes de lances rouillées. Non loin, on découvrit aussi des débris d'urnes à anses et à base conique, en terre grossière, et très lourdes: à côté, huit pointes de flèches en silex et deux en bronze *(M. Bayle; instituteur à Greffeil : Bull. de la Soc. des arts et sciences de Carcassonne, t. VII, p. 177)*:

LA FORCE

Canton de Fanjeaux.

En creusant un puits entre la Serre et Prouille, on a découvert, à 5 mètres de profondeur, des dents et des os de pachydermes, des ossements humains, des fragments de poteries, des objets en pierre et en os. *(Coll. Gabelle, de Couiza.) (Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. III, p. 22)*.

LAGRASSE

Canton de Lagrasse.

En face du domaine de Saint-Auriol, en allant vers Lagrasse, on a reconnu de nombreuses tombes en dalles; dans l'une d'elles, on a recueilli un fragment de lampe en bronze et, non loin, des haches en pierres *(Renseignement de M. Cappman, propriétaire à Saint-Auriol)*. — Borde-Rouge : aux environs de cette métairie, sur les bords de l'Orbieu, on a trouvé des urnes et des ossements humains ainsi que des tombes en dalles. — A Mirailles, près des ruines d'une très antique église romane, on a aussi découvert des tombes en dalles *(Dr Degrave, de Lagrasse : Bull. de la Soc. d'ét. sc.. de l'Aude, 1907, t. XVIII, p. 87 et 3)*. — Villebersas, sur une hauteur où était jadis l'ermitage de Saint-Siscle, où les sept ermites furent tués par les Sarrazins (légende de Philomène), on voyait trois grandes tombes en dalles grossières contenant des ossements humains de taille gigantesque (?) *(Besse : Hist. des comtes de Carcassonne, p. 65)*.

Dans l'abside des ruines de l'antique église romane qui est attenante à l'église actuelle de l'abbaye de Lagrasse, on remarque un sarcophage mérovingien en marbre blanc sculpté, avec son couvercle, le tout bien conservé. Il est regrettable que cet objet n'ait pas sa place dans un musée *(M. G. Sicard : Visite à Lagrasse en 1906)*.

LASTOURS

Canton de Mas-Cabardès.

Au hameau de Lacombe, en 1836, découvertes de tombes avec amphores, coupes, poteries et autres objets d'origine romaine ou gallo-romaine. En face des châteaux, au lieu dit Pech-Mélio, rive gauche de l'Orbiel, existent aussi de nombreuses sépultures de la même époque. « Quoique les historiens n'aient point parlé de la ville de Pech-Melion, son ancienne existence ne peut être révoquée en doute, puisque l'on pratiquait un chemin allant en ligne droite de Carcassonne à Pech-Melion, que les anciens cadastres des communautés qu'il traversait désignent sous cette dénomination. Ajoutons les vestiges d'un grand

nombre de maisons que la tradition du pays porte avoir formé une ville, sous le nom de Pech-Melion, le grand nombre de sépultures à la romaine et l'immense quantité de leurs urnes funéraires que l'on découvre souvent dans les environs du village de Lastours » *(Viguerie : Annales de Carcassonne, t. II, msc., fol. 888)*. — Des ruines considérables attestent l'ancienne étendue de Cabaret, que l'on appelait alors Melio, Menio ou Minio *(Cros-Mayreveille : Hist. du comté de Carcassonne, p. 60)*. — Lors de l'une de mes excursions à Fournes, village situé dans la montagne, au nord-est de Lastours, le maire de cette localité me raconta qu'étant enfant et s'amusant, avec des camarades de son âge, à lever de grossières pierres, du côté de Pech-Melio, pour les faire rouler sur le penchant abrupt de la montagne, il aperçut, en soulevant une de ces pierres, un squelette casqué et cuirassé. Effrayé, il laissa retomber la dalle et s'enfuit avec ses compagnons. Plus tard, comprenant l'importance de sa découverte, il essaya de retrouver la tombe, mais la végétation et le temps avaient fait leur œuvre, et toutes les recherches demeurèrent vaines *(Note de l'auteur, M. G. Sicard)*.

LAURE

Canton de Peyriac-Minervois.

Près de la métairie grande d'Aragon, à la bifurcation du chemin Romieu (Romain), qui se dirige vers Puicherie, du chemin de Laure à Villeneuve, ancienne voie romaine, et du chemin de l'Estrade (*via* Strata) qui va vers Béziers, et non loin des ruines du hameau ou cazals d'Ouffrières, existe un cimetière gallo-romain. Les tombes en dalles de grès fruste sont orientées est-ouest; j'y ai recueilli des poteries, divers objets en bronze, une médaille de Julius Crispus *(M. G. Sicard : Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. VI, 1893, p. 101)*. — Sur les pentes d'une éminence, dite Saint-Eugène, où se dressait jadis une chapelle, on a mis à découvert des tombes en dalles, dans lesquelles se trouvaient des débris d'armes en fer, des monnaies argentées (sous mélgoriens), une fusaïole en terre polychrome. On voyait encore récemment, sur les flancs de la colline, des ossements d'hommes et de chevaux *(Les objets appartenaient à feu M. Mestre, de Caunes, qui les a vendus. Note de l'auteur)*.

Sur la route ancienne de Laure a Aiguesvives (chemin romain), on voit une construction d'aspect monumental qui passe, d'après la tradition, pour être le tombeau d'un général romain. Cet édifice, de forme quadrangulaire, se compose de deux étages, y compris le rez-de-chaussée et possède peut-être une crypte souterraine. Sa hauteur est encore de 6m,70, sa base a subi des essais de démolition *(M. G. Sicard : Congrès archéologique de France, à Carcassonne, 1906, p. 265. — Bull. de la Société arch. du midi de la France, n° 37, 1907, p. 57)*.

Près de l'ancienne église romane de la métairie du Bas, on a mis à jour, en labourant à la vapeur, de nombreuses tombes à dalles et le dessus massif d'un sarcophage en pierre, qui se trouve déposé près du clocher *(Communication de G. M. Sicard à la séance du 15 mars 1908 de la Soc. arch. d'ét. sc. de l'Aude)*. — Près des bâtisses du domaine de Gibaleaux, en face des ruines à peine visibles de l'ancienne église de Saint-Martin, prieuré dépendant de l'archevêché de Narbonne, on remarque de nombreux ossements humains sur un talus de la rive droite du ruisseau *(Excursion du 10 juillet 1907, MM. Sicard et abbé Baichère)*.

LIMOUSIS

Canton de Conques.

Aux environs de Lassac, hameau dépendant de la commune de Limousis, on a mis à jour de nombreuses urnes cinéraires (*Cart. Mahul, t. II, p. 35*).

MALVES

Canton de Conques.

En 1760, près le pont Romieu (détruit), sur le Clamoux, on a trouvé plusieurs tombeaux, soit creusés dans le roc, soit construits en tuiles et en briques *(Trouvé Statistique de l'Aude, p. 158)* Près de Saint-Marcel et du chemin Romieu, sépultures multiples creusées dans le roc *(Viguerie, Annales de Carcassonne, t. II, fol. 694.)*

MASSAC

Canton de Mouthoumet.

En janvier 1906, en creusant une niche au-dessus de la route de Soulatge, le cantonnier, M. Ferval, a mis à jour de nombreux ossements, paraissant remonter à une époque reculée. Il y a une trentaine d'années, à quelques mètres plus bas une semblable découverte avait été faite *(Journal Le Télégramme de Toulouse; 26 janvier 1906.)* Les deux découvertes signalées ci-dessus, donnent lieu de croire qu'il y a en cet endroit tout un champ de sépultures antiques.)

MAS-SAINTE-PUELLES

Canton de Castelnaudary.

Au domaine de Grandise dans des sépultures gallo-romaines, on a recueilli de nombreux objets, bracelets, bagues, etc. *(Coll. Lagasse à Castelnaudary)*.

MONTLAUR

Canton de Lagrasse.

A 2 kilomètres environ de Montlaur en allant vers Camplong et non loin du ruisseau des Mattes, dans le haut d'une pièce de terre que l'on défonçait à la vapeur en août 1896, on mit à jour six tombes. D'autres existent certainement plus bas. Ces six tombes, orientées E.-O., sont formées de dalles très petites, les ossements reposant à même sur le sol. Ces sépultures sont environnées de tuiles à rebord et M. Blanquier, directeur des écoles d'Ouveillan, y a recueilli une boucle de ceinturon de l'époque gallo-romaine. Dans une de ces tombes contenant trois squelettes d'adultes se trouvait un crâne (dolichocéphale) ayant subi l'opération de la trépanation *(Ce crâne fait aujourd'hui partie de la coll. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude.)* Dans le champ voisin on a recueilli plusieurs pointes de flèches en silex. L'auteur de la découverte, M. Blanquier, en conclut que l'on se trouve en présence de sépultures néolithiques remaniées et juxtaposition de sépultures de l'époque gallo-romaine *(Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. IX, p. 61, 1898.)*.

ORNAISONS

Canton de Lézignan.

On a trouvé dans une vaste excavation dans les environs d'Ornaisons des ossements humains mêlés à des os d'animaux *(Joanne, Géog. de l'Aude, p. 60.)*

PÉPIEUX

Canton de Peyriac-Minervois.

Au-dessous et à l'est du Moural de las Fados (Coteau des Fées), où se dresse un superbe dolmen, en défonçant à la vapeur une pièce de terre appartenant à M. Rivière, on a mis à jour des urnes remplies de cendres de débris d'os calcinés et de charbons, de grandes urnes en contenaient de plus petites. On a recueilli en même temps en cet endroit des objets en bronze, fibules, bagues, épingles et bracelets *(M. G. Sicard, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1893, t. IV, p. 97.)*

PALAJA

Canton de Carcassonne.

Près du château de Gondal, on a découvert des tombes antiques *(Cart. Mahul., t. V, p. 217.)*

ROUFFIAC-D'AUDE

Canton de Montréal-de-l'Aude.

Dans le territoire de Roufflac sur le plateau de Lagasse au lieu dit *Pech de Tartare,* on a trouvé et on trouve encore de nombreuses urnes funéraires, dont certaines de dimensions considérables, on a recueilli en ce même endroit des monnaies gauloises portant un cavalier et dépourvues d'exergue ; on croit que sur ce plateau était située la ville d'Anatilia *(Pline : H.-Mundi, t. III, p. 5) (Mahul, Cartul., t. III, p. 253.) Bessè Hist. des antiquités de Carcassonne, pp. 4, 13, 29.) (Trouvé : Statistique de l'Aude, 1818, p. 211.) De Lahondès (Vol. du Congrès Arch., de France, 1906. p. 205.)*

RUSTIQUES

Canton de Capendu.

Dans un tombeau gallo-romain, on a trouvé une lampe en terre cuite et deux poteries entières *(Coll. de M. Isidore Gabelle à Couiza.)*

SAINT-COUAT

Canton de Capendu.

On trouve à Saint-Couat de nombreuses tombes à dalles près du chemin romain où l'on a trouvé deux bornes milliaires *(Renseignement de M. Mathieu Numa, propr., à Saint-Couat.)*

SAINT-HILAIRE

Canton de Saint-Hilaire.

En construisant la route vicinale de Verzeille à Saint-Hilaire (il y a une soixantaine d'années), on a découvert près du château du Pech, de nombreux squelettes, près les uns des autres et ayant à côté de la tête une pierre de forme arrondie, une coquille et un pot de terre de forme inusitée dans notre contrée. On suppose que « ces débris osseux ont pu appartenir aux troupes du comte de Cerdagne, Oliba, qui perdit sur les bords du Lauquet, un certain nombre de soldats, vers la fin du x^e^ siècle. Il est probable que ces soldats furent ensevelis dans un lieu peu éloigné du champ de bataille, et qu'on se conforma aux usages funèbres des habitants de la Cerdagne » *(Buzaries : Annuaire de l'Aude, 1851:) (Mahul : Cart., t. V, p. 123.)*

SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS

Canton de Lagrasse.

Au lieu dit *La foun dal Fraiché,* sur le chemin de Parets, non loin de l'embranchement de Forodonos, tombeau consistant en un trou cubique de 50 centimètres de côté, contenant six urnes cinéraires en terre grossière, deux en terre rouge très fine, divers vases et coupes dont un élégamment orné; 4 ampoules lacrymatoires, une boucle en cuivre rouge. A Parets, en faisant défoncer à la vapeur le champ dit de la *Plano-douço* ou camp *de las tombos,* on a trouvé de nombreuses sépultures à dalles et à auge, accompagnées d'objets en bronze et en argent de l'époque gallo-romaine *(M. Léopold Gary, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1899, pp. 111 et suivantes.)*

TOURNISSAN

Canton de Lagrasse.

En 1892, on a découvert, près de Tournissan, de nombreuses tombes formées de dalles grossières, et toutes orientées vers le Levant. Une tombe plus grande que les autres différait de ses voisines en ce que ses dalles étaient retenues par du mortier et qu'elle contenait les ossements de plusieurs individus, c'était peut-

être un ossuaire ; on a trouvé, dans une de ces tombes, une boucle de ceinturon, que l'on attribue à l'époque mérovingienne. M. Gary, auteur d'un mémoire sur cette découverte, voit dans ce champ de sépultures un cimetière de l'époque wisigothique. Il nous décrit, en même temps, deux sarcophages en forme d'auges qui servent d'abreuvoir aux environs de la fontaine publique. La première est creusée dans un grès calcaire du pays ; la seconde a été taillée dans un beau bloc de marbre blanc : « Sa face sculptée est divisée horizontalement en deux parties par un filet triangulaire formant deux tables renfoncées, décorées chacune d'ornements particuliers. Il a été impossible de reconstituer les ornements de la table supérieure, mais ceux de l'inférieure montrent des personnages au nombre de seize qui paraissent se tenir par la main. Enfin, brochant sur le tout et au milieu de la pierre, se trouve un médaillon en forme de coquille, renfermant deux personnages de grandeur double de celle des premiers. » *(M. Léopold Gary, ing. des Mines.) (Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, t. IV, pp. 242 et suivantes.)*

TRASSANEL

Canton de Mas-Cabardès.

A la distance de 5 ou 600 mètres à l'est de Trassanel, on trouva, en 1850, dix squelettes, dans des tombes formées de dalles, sans fonds, et reposant sur la terre nue *(Mahul, Cart. t. III, p. 158.)*

TOUROUZELLE

Canton de Lézignan.

On trouve, dans le territoire de Tourouzelle, un assez grand nombre de sépultures à dalles et à auges *(Renseignement de M. Madrennes, ancien notaire.)*

Près du domaine de Saint-Estève, existe un cimetière gallo-romain. M. Gally, propriétaire du domaine, y a recueilli des poteries et des objets en bronze bien caractéristiques *(M. Gally, propriétaire, libraire, à Carcassonne).*

TUCHAN

Canton de Tuchan.

Dans le cimetière gallo-romain des Camps-Grands, situé sur un mamelon sur la rive droite du petit Verdouble, M. le docteur Courrent a recueilli des boucles, des anneaux, divers objets en bronze et des poteries de l'époque.

D'après les renseignements pris par M. le docteur Courrent auprès des habitants de cette contrée, il existe des cimetières à dalles, à Nouvelles (canton de Tuchan), à Padern, à Cucugnan, à Montgaillard et à Maisons *(Dr Courrent, Bull. de la Soc. d'ét. sc. de l'Aude, 1897, t. VIII, pp. 95 à 117.)*

VERZEILLE

Canton de Saint-Hilaire.

Dans le territoire de Verzeille, en faisant une route, on découvrit une sépulture contenant un beau rasoir en bronze, une épingle à cheveux et un bouton aussi en bronze *(Musée de Carcassonne, Coll. Paul Raynaud.)*

VILLARZEL-CABARDÈS

Canton de Conques.

Près du domaine de Lagardie et au nord du château de Villarlong, près de l'origine du ruisseau de la Resclause, se trouve une petite éminence connue sous le nom de Colline-des-Morts ; elle renferme des tombes à dalles : on en voit deux qui sont un peu hors de terre, sur le talus du ruisseau ; aucune fouille n'a été faite en ce lieu *(Exploration dans la commune de Laure et à l'antique chapelle de Villarlong, 7 mai 1907. M. G. Sicard.)*

VILLARDONNEL

Canton de Mas-Cabardès.

Des fouilles ordonnées par M. Mahul sur le mamelon où est bâti son château (il y a une soixantaine d'années) ont mis à découvert des cavités, remplies d'ossements humains, de pierres calcinées, de bois carbonisé; on y a trouvé aussi une colonnette en pierre style carlovingien et divers objets en métal rendus informes par l'oxydation *(Cart. Mahul, t. I, p. 198.)*

VILLEGLY

Canton de Conques.

Il y a une dizaine d'années en faisant des travaux sur la propriété de M. d'Ouvrier de Villegly, sur les limites des territoires de Villegly et de Villeneuve, près de la rivière du Clamoux on trouva de nombreuses sépultures à dalles et quelques-unes à auge *(Renseignement donné par M. Gaubil, régisseur à Villegly.)*

VILLEPINTE

Canton de Castelnaudary.

Près de la métairie de Saint-Jory, on mit à jour, dans un tumulus, deux urnes funéraires, l'une d'elles contenait une boule en terre cuite plus large que son orifice *(Renseignement de M. Maury, de Limoux, propriétaire à Villepinte.)*

M. Alphonse AYMAR

(Toulouse).

NOUVELLE HYPOTHÈSE SUR L'USAGE DES BATONS DE COMMANDEMENT

— 8 août —

Parmi les objets de l'époque Magdalénienne, dont l'usage est encore indéterminé, figurent ces bâtons en bois de renne, à poignée bifurquée, que l'on désigne sous le nom de *Bâtons de Commandement*; ils sont répandus en grand nombre dans tous les centres d'habitat. C'est surtout par leur ornementation qu'ils ont attiré l'attention; leurs extrémités sont presque toujours brisées et, le plus souvent, ils sont percés à la base d'un trou dont le diamètre est très variable. Le soin que l'on prenait à les orner de gravures ou de sculptures dénote qu'ils jouaient un rôle important.

Beaucoup d'hypothèses ont été émises sur leur usage.

Pour Ed. Lartet, ces bâtons sont des insignes de commandement, de véritables sceptres; l'autorité se mesure au nombre de trous.

Pour Pigorini et Piette, ce sont des licous de chevaux; les rênes se passent dans les trous.

Schœntensack en fait des fibules ou agrafes de vêtements.

Massénat et le Dr Paul Girod les assimilent aux baguettes de tambour (1) dont

(1) Dans l'ouvrage dont il est question plus loin : *Histoire de la Laponie*, ces baguettes sont représentées sous la forme d'un instrument qui, d'après l'auteur, « ressemble fort à un marteau ». Le manche se bifurque à son extrémité supérieure en deux parties arrondies; chacune d'elles n'est guère plus courte que le manche. La ressemblance avec le bâton de commandement est très vague.

se servent les sorciers ou féticheurs lapons. Cartailhac souligne également cette analogie.

Les objections soulevées par ces diverses affectations sont faciles à concevoir et ont été déjà présentées.

Évidemment, c'est dans l'Ethnographie que nous devons chercher la solution du problème et l'étude attentive des mœurs des populations vivant dans un milieu physique à peu près identique à celui de l'époque qui nous occupe, peut seule fournir les éléments de comparaison nécessaires aux déterminations. Mais, les mœurs actuelles de ces populations ont été plus ou moins pénétrées par des apports étrangers, qui ont rendu inévitables et faciles les nombreuses explorations du siècle dernier. Guidé par cette considération, nous avons parcouru les ouvrages des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles relatifs aux Lapons et aux Esquimaux et nous avons été frappé, au sujet du mode d'utilisation du renne, par un fait qui nous semble d'un intérêt particulier au point de vue inductif.

La reproduction d'une planche de l'*Histoire de la Laponie* de Scheffer (1) nous montre un renne attelé à un traineau rudimentaire fait en forme de barque.

« Le Lapon qui est sur le traîneau, dit l'auteur à la page 248, conduit lui-même la bête avec une seule bride, qui est une courroie large faite de peau de chien marin ; elle n'est pas attachée à la bouche, mais aux cornes et autour de la tête. Celui qui est traîné la tient liée à un bâton de la main droite, afin de la pouvoir faire tomber, tantôt à droite; tantôt à gauche sur le dos du renne, qui par la diversité de ce mouvement connaît de quel côté il doit tirer. »

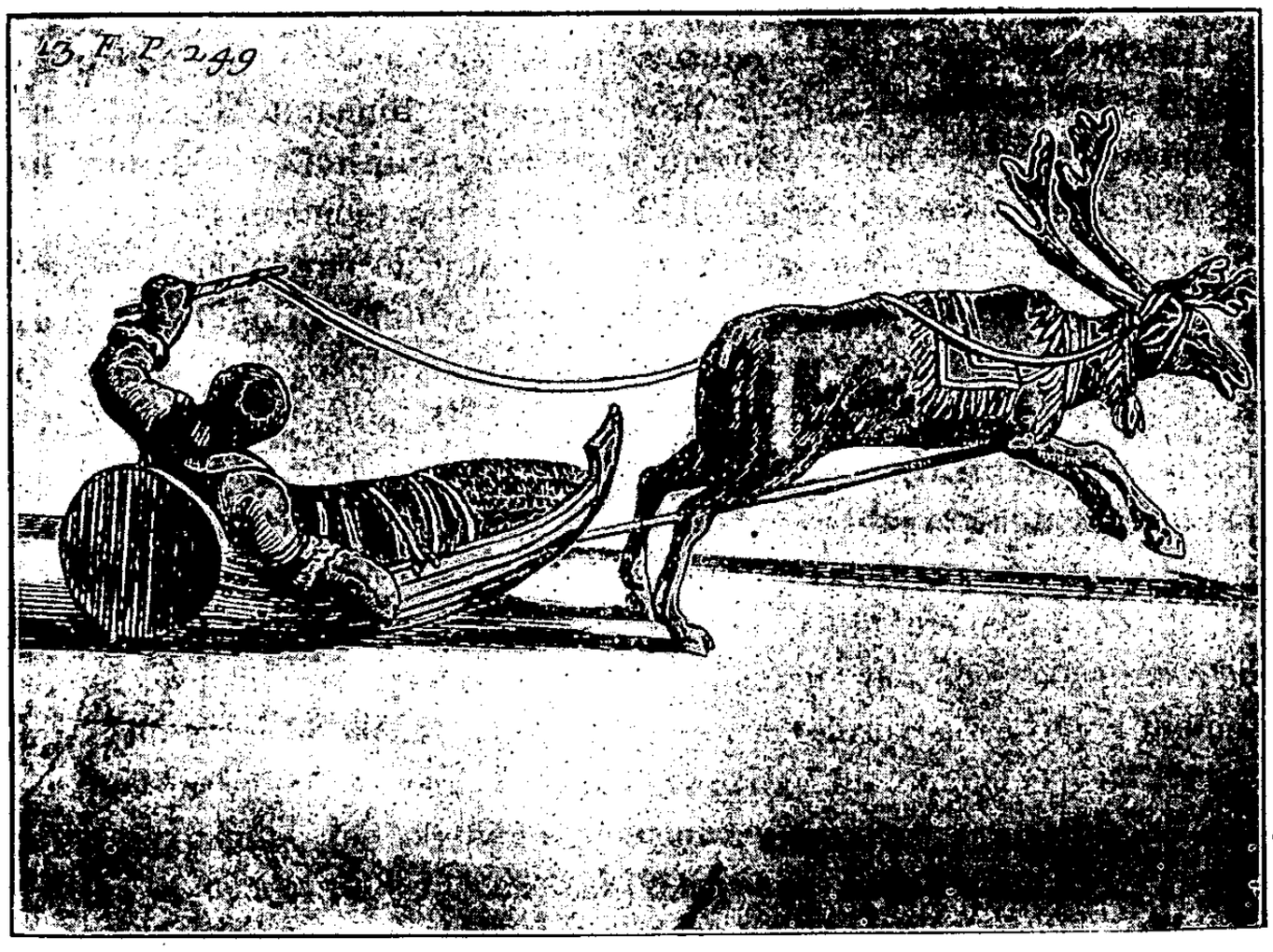
Nous n'avons pas la description du bâton du conducteur, mais est-il téméraire d'assigner ce mode d'emploi à l'objet qui nous occupe? La poignée facilite la préhension; les trous servent à fixer la guide, à la raccourcir ou à l'allonger; ils permettent aussi de l'accrocher à une pointe ou cheville quand on ne veut plus la tenir. Tous les bâtons découverts, quelle que soit leur longueur, sont aptes à être utilisés de cette manière. En outre, on pouvait encore, avec la plupart, frapper le renne pour accélérer sa vitesse et c'est ce qui nous explique les brisures des extrémités.

Indépendamment du trou, on aperçoit parfois, à la poignée du bâton, une encoche, creusée tout autour, qui ne pouvait servir qu'à fixer un lien. Cette encoche, reproduite à la partie supérieure, donne l'impression très nette d'un manche destiné à soutenir une courroie. Le plus remarquable échantillon de ce genre est celui qui provient des dernières fouilles faites à la Madeleine par M. Paul Girod. Le bâton de la caverne de Goyet (Belgique), trouvé et décrit par E. Dupont, donne une impression identique, avec la poignée arrondie, percée d'un trou et munie d'une encoche au-dessus (2).

(1) Traduction de *L. P. A. L., Géographe ordinaire de sa Majesté;* Paris, Vve DE VARENNES, 1678.

(2) Voir G. ENGUERRAND · *Six Leçons de Préhistoire* (p. 144); Bruxelles, Larcier, 1905.

L'usage que nous assignons au Bâton de commandement n'est pas de nature à modifier le nom sous lequel on le désigne en Préhistoire; en effet, il sert bien toujours au commandement, mais du renne seulement. Cet usage justifie, d'autre part, les ornementations variées qui sont abondantes sur la généralité des spécimens recueillis. On s'attachait à orner le bâton de conducteur tout comme le manche du poignard.



Notre hypothèse sera probablement combattue par le refus d'admettre la domestication du renne à l'époque de la Madeleine. On a déjà écarté celle du cheval au paléolithique. Pourtant, nous avons quelque droit de supposer que les hommes, qui ont laissé sur les rives de la Vézère une aussi belle floraison d'art, possédaient une civilisation avancée et devaient, dès lors, avoir su plier à leurs besoins l'animal qui jouait dans leur existence un rôle capital (1). En tout cas, les preuves faisant partout défaut, ce sera combattre une hypothèse par une autre hypothèse s'accordant beaucoup moins avec la marche générale du progrès.

Nous émettons notre idée, au milieu de celles qui existent déjà, comme une *possibilité ingénieuse* pouvant offrir plus de résistance à la critique objective et loin de nous la prétention de l'ériger en *conclusion démontrée*.

(1) Des savants au nombre desquels je citerai MM. A. Bertrand et Paul Gervais, se rangent à cette opinion (Voir *La Gaule avant les Gaulois*, de M. A. BERTRAND, Paris, Leroux, 1884).

M. Alphonse AYMAR

STÉRÉOTOMIE PRÉHISTORIQUE OU L'ART DE TAILLER LA PIERRE A L'ÉPOQUE CHELLÉENNE

— *8 août* —

Les découvertes qui se produisent quotidiennement sur les différents points du globe, nous montrent que l'origine de l'Humanité recule de plus en plus dans les temps géologiques et éclairent ainsi d'un nouveau jour les civilisations préhistoriques. Il n'y a pas très longtemps encore que l'homme de Chelles était admis comme notre ancêtre le plus lointain, ayant un mode d'existence très rudimentaire, se différenciant à peine de celui des autres mammifères. Les vestiges de son industrie lithique, représentés surtout par de nombreux fragments de silex offrant des traces d'utilisation, accréditaient cette manière de voir, que ne paraissait pas de nature à modifier la présence d'un instrument ayant pourtant une allure spéciale, une forme amygdaloïde bien caractérisée et constante. Cependant, du silex simplement utilisé au coup-de-poing taillé et retouché sur les deux faces, la réflexion aurait dû placer un intervalle immense, représentant le processus normal de l'esprit guidé par l'expérience et obéissant à la poussée latente du progrès. Un éclat quelconque permettant de couper, gratter ou percer, a certainement atteint le but poursuivi par le Primate qui le ramassait sur le sol ou le détachait d'un bloc en frappant, mais ce n'est que graduellement que l'on est arrivé aux retouches d'accommodation et d'avivage, que l'on a choisi la matière, que l'on a conçu le type répondant au besoin, que l'on s'est préoccupé de la forme de ce type.

En songeant aux discussions qu'ont soulevées les éolithes, il nous semble que le litige porte plutôt sur la forme que sur le fond. Au fond, tous les préhistoriens admettent l'éclat utilisé comme point de départ de l'industrie humaine. En la forme, la date géologique de ce point de départ est beaucoup plus reculée pour les uns que pour les autres. Les timorés ne vont pas au delà du quaternaire inférieur ou pléistocène ancien. Or, si l'homme de Chelles est rattaché à cette période, avec faune de climat chaud, quel saut en arrière ne faut-il pas faire pour trouver son précurseur ? Est-il bien étonnant de retomber sur une formation tertiaire ? Ce saut, en géologie, doit être aussi prodigieux qu'en archéologie : d'un côté, absence complète de sentiment industriel et artistique ; de l'autre, manifestation déjà sensible de ces sentiments.

L'homme, en effet, à l'époque chelléenne, nous apparaît déjà très expérimenté dans l'art de façonner la matière qui lui fournissait son principal

outil. Non seulement il connaissait fort bien la nature de cette matière, mais encore il avait une véritable technique pour la travailler. La découverte d'outils ou d'ébauches d'outils, particulièrement suggestifs, va nous permettre de tracer les grandes lignes de cette technique et de projeter, dès lors, quelques lueurs sur la stéréotomie préhistorique.

On est surpris tout d'abord de la grosseur des blocs qu'il fallait employer pour dégager des outils de moyennes dimensions. Ces blocs eux-mêmes, parfois offerts par le hasard, provenaient surtout de blocs plus gros intentionnellement divisés. Jusqu'à ce jour, aucune trouvaille ne nous a permis de fixer les règles qui présidaient à cette division, mais, en dehors de tout débitage méthodique, nous ne pouvons refuser à notre ancêtre les connaissances que le maçon et le carrier actuels acquièrent vite par la seule pratique. Il jugeait la texture de la pierre par le son qu'elle rendait, par son « chant » ; il savait qu'on la travaille plus facilement sur son lit de carrière, quand elle n'a pas encore perdu l'eau ; il n'ignorait pas les effets du clivage, les points où il fallait frapper pour déterminer le mode de division le plus avantageux.

Une fois le bloc divisé, le choix portait sur le morceau dont les proportions se rapprochaient le plus de celles de l'instrument désiré. En enlevant de larges éclats, on esquissait rapidement les profils et les dimensions des faces et, pour se guider dans la préparation de l'ébauche, on



FIG. 1. — Face A et B.

déterminait au préalable l'axe le milieu de l'outil. A l'extrémité supérieure, un prolongement, une espèce de pédoncule, marquait cet axe et servait de point de direction ; on l'abattait lorsqu'on voulait obtenir un bout arrondi, ou bien on le convertissait en pointe, lorsqu'on désirait un bout perforant. L'enlèvement d'éclats de plus en plus petits et des retouches de plus en plus régulières donnaient la forme définitive.

Cette technique ressort très nettement de l'examen des outils reproduits.

Les ébauches de hache (nos 1 et 2), en silex pyromaque de l'Aquitanien local, ont été recueillies aux environs d'Aurillac, au lieu dit le Camp-Visière, sur une terrasse d'alluvions inter-morainiques, à 620 mètres d'altitude. Les silex sont directement placés sur les alluvions et gisent sous la couche de terre végétale (1).

Le coup-de-poing (n° 3), en quartz schisteux provenant de l'Archéen local, a été trouvé également aux environs d'Aurillac, au lieu dit Tronquières, sur une terrasse d'alluvions inter-glaciaires, dominant la précédente d'une vingtaine de mètres et offrant une industrie aux caractères plus primitifs. Les instruments se présentent dans les mêmes conditions qu'au Camp-Visière.



FIG. 2.



FIG. 3. — Coup-de-poing Chelléenne.

Ébauche n° 1. — Bloc tout d'abord arrondi et larges éclats enlevés pour esquisser l'allure générale, en commençant par dégager la pointe. La taille continue sur la face A_1 en partant du sommet gauche et en suivant le contour. Les petits éclats ont été détachés par des coups de percuteur portés sur le côté extérieur, c'est-à-dire sur le bord de la face opposée. On a enlevé les gros éclats en plaçant le bloc sur champ et en frappant sur l'épaisseur de la tranche. L'opération, poussée jusqu'à la partie inférieure droite, a été abandonnée, tant à cause d'un coup trop fort qui a provoqué le départ d'un éclat volumineux ne laissant plus l'épaisseur suffisante, qu'à cause de certaines défectuosités de la matière apparentes à la base et au sommet. L'instrument n'a pu ainsi recevoir sa forme usuelle indiquée par une ligne sur la reproduction. Des accidents de ce genre devaient se produire assez souvent et on conçoit sans peine toutes les circonstances heureuses, dans le choix de la matière et l'habileté de l'ouvrier, qui étaient nécessaires pour conduire à bonne fin la taille d'une de ces pièces acheuléennes, provoquant l'étonnement par leur fini et leur élégance. Un seul coup de percuteur mal donné détruisait l'harmonie ou la solidité de l'outil, et

(1) Voir *Les Stations Moustériennes et Campignniennes des environs d'Aurillac* par le Dr Paul GIROD et Alph. AYMAR ; Paris, Baillière, 1903.

les vides de la texture, dissimulés par la croûte, n'apparaissant qu'à la taille, arrêtaient le travail.

La face B est presque sans éclats. La taille ne pouvait avoir lieu qu'après celle de la face A. Une partie de la croûte est encore adhérente à la base.

Dimensions : longueur, 20 centimètres ; largeur médiane, 15 centimètres ; épaisseur moyenne à la base, 3 centimètres ; poids 1.500 grammes.

Ébauche n° 2. — Mêmes procédés. Présence du pédoncule qui a servi de guide pour conserver à l'instrument les proportions voulues et lui donner la forme en amande qu'il devait avoir. Cette forme eut été facilement et rapidement obtenue par la suppression du pédoncule. On ne s'explique pas le motif de l'interruption du travail ; il faut peut-être l'attribuer à un excès de la matière sur le milieu de la face qui n'est pas figurée, excès très difficile à faire disparaître, rendant l'outil lourd et peu maniable.

Dimensions : longueur, 202 millimètres ; largeur médiane, 11 centimètres ; épaisseur au milieu, 37 millimètres ; poids, 920 grammes.

Coup-de-poing (fig. n° 3). — Mêmes procédés. Type chelléen bien caractérisé et présentant une particularité très rare : chaque côté est constitué par une matière différente et une taille appropriée à cette matière. La face A est en quartz ; les retouches ont été faites dans le sens de la largeur et les bords soigneusement retouchés pour former le tranchant. La face B est en schiste ; sa taille a eu lieu dans le sens de la longueur et les bords ont été évidés pour donner au quartz le plus de prise possible. Ce dernier, en effet, possédait seul un tranchant comparable à celui du silex et la disposition adoptée ne laisse aucun doute sur l'usage habituel du coup-de-poing : couper et scier. D'autre part, nous constatons à la partie inférieure de la face B, *(fig. 3)* au-dessus du talon, l'existence d'une dépression intentionnelle, terminée par un large rebord, un véritable cran, permettant de mieux saisir l'instrument, d'arrêter et d'appuyer le pouce, de rendre ainsi plus puissante l'action de la main. La reproduction montre la manière dont la préhension était faite et corrobore l'hypothèse émise par G. de Mortillet dans *Le Préhistorique*. On se rend compte, en outre, que la main du Chelléen ne différait guère de la nôtre.



FIG. 4.
Face B. et préhenside du coup-de-poing Chelléenne.

Dimensions : longueur, 18 centimètres ; largeur médiane, 105 millimètres ; épaisseur au talon, 25 millimètres ; poids, 660 grammes.

Il est intéressant de signaler que, parmi les nombreux outils chelléens ou acheuléens que nous avons recueillis dans les environs d'Aurillac, ce remarquable spécimen est le seul qui soit d'une matière étrangère au silex. Nons ne connaissons pas d'autre exception.

N'étendons pas plus loin les observations susceptibles de justifier le titre donné à cette communication. En accompagnant nos indications sommaires d'un examen attentif des reproductions, on appréciera suffi-

samment; nous l'espérons du moins, les conditions de l'industrie lithique, à l'époque où l'homme occupait le sol auvergnat, au milieu d'une luxuriante végétation tropicale, en compagnie de voisins aussi puissants que le rhinocéros et le lion.

M. Éloi BOURGEADE

(Planchettes, près Riom-ès-Montagnes) (Cantal).)

1° DÉCOUVERTE GALLO-ROMAINE A ANTIGNAC (CANTAL)

— 8 août —

Une découverte archéologique m'a été signalée à Antignac, le 27 juillet; en voici les parties essentielles.

Faite par des mains moins ignorantes et surtout moins cupides, elle aurait livré deux fort belles pièces de verrerie-romaine.

A la sortie du bourg d'Antignac (1) (du coté Bort), dans un jardin en bordure de la route, le propriétaire, en faisant une fouille, mit à jour, à un mètre de profondeur dans le sable d'alluvion, un coffre en pierre de tuf. Ce coffre offrait cette particularité (assez rare je crois) : c'est que le couvercle était scellé au dit coffre au moyen de quatre pièces de fer, recourbées en forme de crochet avec emprises dans la pierre, dans lesquelles il avait été coulé du plomb fondu. Ces pièces de fer avaient au moins 4 centimètres de largeur.

Le coffre ainsi scellé aurait dû être inviolable. Mais notre homme, croyant y trouver un trésor, s'empressa d'en briser le couvercle à grands coups de massue. La très belle urne funéraire en verre renfermée à l'intérieur eut son couvercle entièrement brisé ; l'urne n'eut aucun mal, et elle le dut à ce qu'elle était entourée par de la terre argileuse fortement tassée. Cette urne, en verre vert clair, présente les dimensions suivantes : hauteur, 18 centimètres; largeur à la panse, 20 centimètres; diamètre de l'ouverture, 12 centimètres et demi; diamètre à la base, 7 centimètres et demi.

Le couvercle était surmonté d'une boule en verre de près de 4 centimètres de diamètre.

L'urne est à moitié remplie des restes de l'incinération et ne renferme que des ossements, sans charbons ni cendres.

Le coffre, de forme à peu près carrée, a les dimensions suivantes : hauteur, 40 centimètres; diamètre, 40 et 46 centimètres; l'intérieur en forme de cône mesure en profondeur 22 centimètres, diamètre 25 centimètres.

A côté de ce premier coffre, un deuxième fût mis à jour. Il est en beau trachyte blanc; le couvercle ayant été brisé de la même façon que le premier, l'urne en verre qu'il renfermait fut anéantie. Dimensions : hauteur, 50 centimètres; diamètre, 50 centimètres; l'intérieur, comme le premier en forme de cône, mesure : profondeur, 20 centimètres; diamètre 25 centimètres,

(1) Antignac : chef-lieu de commune, canton de Saignes, baigné par la Sumène et que traverse la route départementale de Riom à Bort.

J'oubliais d'ajouter que l'extérieur est de forme cylindrique.

Autour de ces coffres furent trouvées plusieurs urnes en terre recouvertes d'une brique; elles furent brisées, ainsi que plusieurs autres vases dignes d'intérêt, à en juger par les tessons qui nous sont tombés sous les yeux.

En résumé, de cette découverte il ne reste que les deux coffres (dépourvus de leur convercle) le premier portant encore les fortes pièces de fer qui le reliaient au couvercle, et la belle urne funéraire en verre, dont j'ai déjà parlé.

Cette découverte, ne serait-ce qu'au point de vue historique, démontre une fois de plus que la Haute Auvergne, et, en particulier, l'arrondissement de Mauriac, sont marqués d'une forte empreinte par la période gallo-romaine.

2° DÉCOUVERTE D'UNE NÉCROPOLE FRANQUE A SAURONNET (ANTIGNAC)

C'est, je crois, la première fois qu'une nécropole franque est découverte dans l'arrondissement de Mauriac : elle me fut signalée en 1903 à Sauronnet (Antignac). Je reconnus que les nombreux sarcophages en tuf portaient la place de la tête, avec coussinet. Ils avaient été enfouis à moins de 50 centimètres de profondeur. Quelques-uns portaient sur leur couvercle également en tuf une croix en creux de 30 centimètres de longueur, et l'un d'eux atteint comme dimensions $1^{m},90$ de longueur et 42 centimètres de hauteur.

Ces sarcophages étaient placés côte à côte : lorsqu'à l'un d'eux il manquait un côté, le bloc de pierre n'ayant pas eu une largeur suffisante, il était alors appuyé contre le suivant, ou bien complété par des briques.

D'autres étaient en deux pièces dans le sens de la longueur.

M. Marc DEYDIER

Notaire (Cueuron) (Vaucluse)

LA VALLÉE DU LARGUE PALÉOLITHIQUE

— 8 août —

La vallée du Largue préhistorique ne présente pas seulement de l'intérêt au point de vue néolithique : le Paléolithique y est aussi largement représenté avec des instruments intéressants.

Dans nos premiers travaux (1), nous avons envisagé cette région au

(1) M. DEYDIER :

1° *La vallée du Largue néolithique. Nouveau type de maillet de pierre. Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Cherbourg*, 1905 ;

2° *La vallée du Largue néolithique. Ses silex. Ses maillets ; nouveaux types. Premier Congrès préhistorique de France.* Session de Périgueux, 1905, et tirages à part 1906.

point de vue néolithique, avec les maillets à rainure pour principal objet.

A la suite de nos publications, nous avons continué nos recherches et nos observations (1), et nous avons pu nous procurer des documents et des matériaux nouveaux qui nous permettent d'étudier la vallée du Largue au point de vue paléolithique, ce qui fera l'objet de ce travail.

Nous ne reviendrons pas sur la géologie, la topographie et la situation des stations et ateliers que nous avons fait connaître antérieurement.

Qu'il nous suffise de rappeler que la vallée du Largue, telle que nous l'entendons dans notre travail, fait partie de l'arrondissement de Forcalquier, au sud-ouest du département des Basses-Alpes, et qu'elle est comprise entre la courbe que fait, au sud, la rivière du Largue, à partir de la route nationale et, au nord, le territoire du Revest-des-Brousses, qu'elle emprunte en partie.

Les conditions physiques et les gisements de la matière première étant les mêmes tant pour une époque que pour l'autre, et les ateliers et stations que nous avons déjà signalés pour le Néolithique, étant à peu près les mêmes pour le Paléolithique, que nous étudions aujourd'hui, nous nous abstiendrons d'en donner ici la description.

Nous retrouvons, en effet, dans tous les ateliers et les stations que nous avons vus, et même dans d'autres, les traces des diverses époques paléolithiques dont nous parlerons dans le cours du présent travail.

Tous ces vastes ateliers, où l'homme paléolithique et l'homme néolithique ont travaillé successivement, sont en plein air; les silex qu'on y rencontre, tous recouverts d'une épaisse patine blanche, sauf quelques rares exceptions, appartiennent donc, les uns à l'époque néolithique, les autres à l'époque paléolithique ; les uns et les autres sont restés sur le sol ou englobés dans les cultures, mais ils réapparaissent par dénudation.

Nous ne connaissons pas de point où plusieurs époques se soient succédé dans des strates différentes. Sauf un petit abri sous roche néolithique situé sur la rive gauche du Largue, au-dessus de la Grangeneuve, et qui est un peu éloigné des grands centres préhistoriques, on ne trouve, dans la vaste région qui nous occupe, aucune caverne ni abri confortable.

A l'ouest du Largue, l'homme paléolithique a occupé à peu près complètement, et sur un grand nombre de points, le bassin du Largue, depuis le Pic de Saint-Laurent jusqu'à l'est du territoire de Reillanne, en passant par Vachères, mais en laissant le Plateau, et en englobant les ateliers de l'Ubac, Pymayon, Président, Pipette, Pareloup, le Bousquet, la Grangeasse, les Ribas, les Bôles, la Calade, la Coupière, la Planette, le Clot, Henrion, l'Auberge, Campagne, Pilambert, Gaudemard, Peymian, les

(1) Nous sommes heureux de remercier ici l'Association française pour l'Avancement des Sciences des encouragements qu'elle a bien voulu nous donner pour continuer nos travaux préhistoriques dans la vallée du Largue, en nous accordant une subvention à cet effet.

Escoffiers, les Clausses, etc., ainsi que les menues stations échelonnées sur le bord occidental du Largue, depuis le Moulin-Bas jusqu'à la route nationale n° 100, le tout occupant les territoires des communes de Reillanne, Aubenas, Vachères et Revest-des-Brousses.

Sur la rive gauche du Largue, le Paléolithique comprend la partie orientale du bassin du Largue avec les ateliers ou stations de la Croix-du-Chêne, Fontainieu, Pary ou Paly, la Couaste, la Tuilière, Mauroux, Malcolline, Jas-de-Savy, Pas-de-Xavier, etc., et s'étend même sur le Plateau des Plaines, à l'est, dans la direction de Mane, où nous avons découvert encore quelques menues stations paléolithiques.

Peu après nos premiers travaux sur la vallée du Largue néolithique, M. l'abbé Arnaud d'Agnel a publié dans le *Bulletin de la Société scientifique et littéraire des Basses-Alpes*, 4e trimestre de 1905, un travail sur le *Préhistorique dans le sud-ouest des Basses-Alpes* et comprenant en partie la vallée du Largue qui nous occupe. Nous ne suivrons pas dans ses opinions et hypothèses notre savant confrère dont le travail a trait surtout à la géographie des lieux et à la migration de l'homme préhistorique.

PALÉOLITHIQUE.

Le Paléolithique de la vallée du Largue présente deux industries principales bien distinctes : l'industrie du Paléolithique ancien ou inférieur, à facies strépyien et chelléen, et l'industrie du Paléolithique supérieur, caractérisé surtout par des instruments du type solutréen.

PALÉOLITHIQUE INFÉRIEUR.

L'industrie du paléolithique inférieur est caractérisée principalement par les instruments suivants, plus ou moins communs en la vallée du Largue :

Coups-de-poings. — Cet instrument, ou plutôt cette arme, se présente à peu près dans sa forme ordinaire et plus communément en un grand nombre de variétés de formes et de dimensions, toujours à l'état rudimentaire. Bien peu de pièces, en effet, ont été l'objet d'un travail soigné, mais elles se tiennent assez bien en main, la plupart ayant été accommodées pour cela.

Généralement, les coups-de-poing sont peu épais et ne sont pas taillés sur les deux faces; ils présentent presque toujours, au contraire, une surface d'éclatement lisse, tantôt plane, tantôt avec le bulbe de percussion ; les bords supérieurs seuls et une seule face sont taillés, ce qui rend les bords assez réguliers et tranchants. Cependant nous en possédons quelques-uns bien typiques, taillés sur les deux bords et les deux faces, toujours formés au moyen de grands éclats.

Plusieurs particularités relatives à la transformation du coup-de-poing en d'autres armes sont à signaler :

1° Voici d'abord des coups-de-poing moins allongés, plus arrondis que les types, à bords tranchants et non pointus, affectant quelque peu la forme des disques ; la plupart présentent la taille sur une seule face et sur les bords supé-

rieurs, de façon à laisser la face inférieure plate et sans travail ou presque sans travail.

Cette variété parvient ainsi à la forme des pièces que des savants appellent *Enclumes* ; mais il est peu probable que les nôtres aient servi d'enclumes, car aucune d'elles ne présente des traces de chocs ou d'usure sur les faces ; pour nous, ce sont des racloirs horizontaux, c'est-à-dire des racloirs que l'on tenait en pleine main, la face plate, à arêtes vives, tournée en dessous pour racler à la façon d'un rabot.

2° Par contre, une autre variété de coups-de-poing de la vallée du Largue consiste en un instrument ayant un bout large et fort, se tenant bien dans le creux de la main, mais pourvu d'une pointe solide, souvent très dangereuse et redoutable.

A signaler notamment une pièce de ce genre, de forme ovoïde, pourvue de deux pointes opposées, dont une très aiguë et comme acérée ; cette pièce pèse 1kg,200 et a pour dimensions extrêmes : longueur, 143 millimètres ; diamètre transversal, 105 millimètres *(Pl. 1, fig. 1)*. Quelques exemplaires de cette variété pointue ont le côté opposé à la pointe, tranchant. D'autres, comme celui représenté *(Pl. I, fig. 2)*, sont triangulaires ou quadrangulaires, très aigus, à talon épais, pommé.

3° Une troisième variété présente une transition entre le coup-de-poing et le poignard *(Pl. I, fig. 3)*. Elle tient du coup-de-poing par sa forme générale ; elle tient du poignard par sa longueur, par sa pointe et surtout par des entailles d'accommodation pratiquées vers le talon, permettant de bien empoigner la pièce, à la manière d'un poignard.

A Mormoiron (1), nous trouvons une forme très typique de coup-de-poing, ainsi que les variétés 1 et 2 qui viennent d'être décrites et qui sont beaucoup plus communes en la vallée du Largue.

Éclats Levallois. — Les grands éclats, dits Levallois, ne sont pas communs ; on en trouve cependant quelques-uns de bien caractérisés ; mais, à côté de ces éclats, on rencontre de grands éclats de dégagement minces et arrondis en tranchant de hache, qui ont été utilisés.

Percuteurs. — Outre de nombreux percuteurs solutréens ou néolithiques, on rencontre quelques rares fragments de gros silex, portant de grosses étoilures qui dévoilent un travail grossier et énergique qui nous paraît remonter au paléolithique inférieur.

Percuteurs tranchants. — Nous possédons quelques pièces appelées *percuteurs tranchants ;* mais, sans nier l'emploi rappelé par cette appellation, nous pensons que cet instrument était tout aussi bien une arme défensive que l'on tenait dans la main, à la façon d'un coutelas.

Disques. Pierres de jet. — A côté de quelques disques bien caractérisés, nous trouvons en la vallée du Largue une série de silex analogues et d'aspect paléolithique, mais de grosseurs différentes, obtenus plus ou moins sphériques par l'enlèvement de grands éclats.

On a pensé maintes fois que ces pièces étaient des ébauches de percuteurs ; nous croyons plutôt que ce sont des pierres de jet, capables de faire beaucoup de mal par leurs aspérités, leurs arêtes vives ou angulaires. Le nombre en est trop grand en la vallée du Largue pour croire que ce sont des ébauches de percuteurs. Du reste, les vrais percuteurs ne sont pas tous sphériques et si le choix

(1) M. Deydier : *Le Préhistorique aux environs du Mont-Ventoux. I. Région sud-ouest (1re partie) Troisième Congrès préhistorique de France.* Session d'Autun, 1907, p. 135 à 173 et tirage à part 1908.

s'est porté sur des pièces arrondies, elles ne devaient guère être l'objet d'une préparation préalable soignée, à en juger par les formes diverses de percuteurs que l'on rencontre. Les formes sphériques de percuteurs sont devenues telles, principalement par le martelage prolongé sur les angles.

Nucléus. — Nous avons bien trouvé des nucléus, mais aucun ne nous paraît appartenir au quaternaire inférieur.

Poignards. — Une arme caractéristique de la vallée du Largue par son abondance, par ses dimensions et ses formes diverses, est le poignard ; mais ce n'est pas le poignard long, effilé, habilement taillé de l'époque solutréenne ou néolithique. A l'état primitif, nous trouvons, au contraire, un poignard, grand, lourd, très rudimentaire, taillé grossièrement à grands éclats ; par la suite des temps, ce poignard s'est amélioré : ses dimensions se sont réduites, sa taille et sa forme se sont perfectionnées.

Voici quelques variétés particulières de poignards de la vallée du Largue :

1° Poignard volumineux et lourd, mais parfois très allongé, toujours formé par l'enlèvement de grands éclats, qui le rendent très rudimentaire ; certains exemplaires atteignent : les uns plus de 30 centimètres de longueur, les autres, le poids de 2 kilogrammes.

Parmi ces poignards, il s'en trouve cependant d'un peu plus perfectionnés, mieux accommodés par des entailles plus ou moins profondes sur les angles du côté du talon. *(Pl. I, fig. 4)*

2° Poignard dérivant du coup-de-poing que nous avons vu à l'article *coup-de-poing*.

3° Poignard tranchant : il est parfaitement allongé et pointu d'un bout, mais il est taillé de l'autre bout en forme de tranchant.

4° Quelques exemplaires, semblent tenir du tranchet ;

5° Nous trouvons enfin à la vallée du Largue une variété de poignards, encore plus ou moins rudimentaires, mais beaucoup plus petits, plus minces, plus déliés, mieux appropriés et plus perfectionnés, quoiqu'avec l'aspect du paléolithique ancien.

A Mormoiron, nous voyons aussi, au Sablon, dans l'assise inférieure, que le poignard rudimentaire, de formes diverses, y était en usage ; mais il est certainement plus commun à la vallée du Largue.

Nous arrêterons là, la nomenclature des pièces en silex qui peuvent remonter au Paléolithique ancien. Nous nous abstenons d'y faire entrer non seulement, bien entendu, les pièces à faciès néolithique et celles du quaternaire moyen ou supérieur, mais aussi ces quantités de pièces sans caractère défini, plus ou moins rudimentaires, à faciès quelconque.

Nota. — Les pièces que nous venons d'examiner nous paraissent bien remonter au Chelléen et même pour quelques-unes, au Strépyien de M. Rutot. Le faciès de cette dernière époque se rencontre cependant moins souvent dans la vallée du Largue qu'aux ateliers inférieurs du Sablon à Mormoiron (1).

L'Acheuléen, à peu près nul à Mormoiron, n'est pas non plus bien représenté dans la vallée du Largue, où les pièces anciennes, nous l'avons dit, sont toutes très rudimentaires.

(1) *Loc. cit.*

PALÉOLITHIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR

MOUSTÉRIEN

Le quaternaire moyen ou supérieur débute faiblement à la vallée du Largue par quelques silex à faciès moustérien peu caractéristiques.

Nous n'avons que deux ou trois grands racloirs arrondis, retouchés seulement sur le bord supérieur, la face d'éclatement en dessous, lisse et sans travail, pouvant être moustériens.

Sur une douzaine de pointes ayant le faciès moustérien, à peine quatre ou cinq sont-elles assez bien caractérisées. Encore sont-elles plus ou moins rudimentaires et presque sans retouches sur les bords supérieurs.

C'est là un petit bagage moustérien, par rapport à la grande étendue et à l'importance des ateliers de cette région; mais cette industrie est plus prononcée dans la région du Revest-des-Brousses, au nord.

SOLUTRÉEN

Le Solutréen s'y présente sous de bien meilleures conditions, sinon d'une manière complète.

Si les formes de grattoirs attribuées ordinairement au Solutréen et au Magdalénien semblent manquer ou ne se distinguent pas des grattoirs néolithiques, les silex taillés en forme de feuilles de laurier sont assez communs. Ici encore, la taille n'atteint pas la perfection des pièces de Solutré et de la Dordogne, mais les formes en sont du moins très bonnes, très typiques.

Nous possédons une pièce de ce genre, représentée par la figure 5 de la planche I, qui est une pointe en feuille de laurier exceptionnellement grande; elle mesure 180 millimètres de longueur sur 75 millimètres de largeur. Son épaisseur est faible par rapport aux dimensions de la pièce; elle n'atteint pas 2 centimètres sur le point le plus épais, tandis qu'elle est bien moins épaisse sur le reste.

Les figures 6 et 7 de la même planche I sont des variétés des pointes de ce genre.

Sous des dimensions diverses et plus petites, nous possédons une jolie série de formes semblables, ou légèrement variées, de pointes en feuille de laurier. Toutes ces pièces sont taillées sur les deux faces et sur les bouts.

Il ne nous a pas été donné dans nos nombreuses et longues recherches dans la vallée du Largue et dans celles de quelques aides que nous avons eus (1) de rencontrer une seule pointe à cran, telles qu'elles sont dans la Dordogne. Toutefois, M. l'abbé Arnaud d'Agnel en a figuré une bien caractéristique dans son travail cité plus haut *(Pl. VIII, fig. 20)*. Si la provenance indiquée de cette pièce est bien exacte, c'est un appoint important pour affirmer l'existence du Solutréen.

On trouve encore des éclats retouchés sur le pourtour, qui peuvent également être attribués au Solutréen.

Si à cause de l'exposition en plein air des ateliers, dont la plupart sont situés sur des sols très inclinés, on ne peut espérer rencontrer des traces d'industrie sur os solutréenne, nous ne désespérons pas de rencontrer ou que d'autres

(1) Nous remercions notamment M. Marius Brémond de son excellent concours à nos recherches.

rencontrent, dans les environs, des points où des conditions plus favorables permettant de reconnaître cette industrie sur os.

MAGDALÉNIEN

Jusqu'à ce jour, les pièces bien caractéristiques du Magdalénien font défaut dans la vallée du Largue.

Burins. — Nous n'avons pas encore vu de traces de bons burins, ni de ces petites lames si communes dans le Magdalénien de la Dordogne.

Coutelets. Couteaux. — Ce petit couteau minuscule à dos abattu, de l'époque de la Magdeleine, commun dans l'assise supérieure du Sablon, à Mormoiron, où nous l'avons appelé Coutelet, n'apparaît pas dans la vallée du Largue ; mais l'on y trouve un instrument à dos abattu rudimentaire, beaucoup plus fort, épais et long, ayant tantôt la forme d'un grand couteau à dos abattu très épais, tantôt celle d'un racloir droit, tantôt même celle d'un poignard rudimentaire long, étroit et triangulaire dans sa longueur. Cet instrument nous paraît être plutôt du Paléolithique inférieur.

Gibelettes. — Dans la vallée du Largue, nous trouvons quelques exemplaires bien formés de cet instrument à bosse latérale, servant de ràcloir convexe, que nous avons rencontré dans l'assise supérieure des ateliers du Sablon, à Mormoiron (1), où cet outil nous a paru faire partie de l'industrie magdalénienne, étant accompagné des burins et autres pièces de cette époque, et, de plus, le Solutréen n'étant pas ou étant peu représenté au Sablon. Remarquons en passant que c'est l'inverse qui se produit dans la vallée du Largue, où le Magdalénien paraît faire défaut jusqu'ici, tandis que le Solutréen y est largement représenté,

La gibelette ne servirait donc pas très bien à préciser le terrain où on la trouve.

CONCLUSIONS

Dans la vallée du Largue, nous n'avons guère observé l'industrie acheuléenne ; nous avons remarqué quelques pièces à faciès plus ou moins moustérien.

Le Solutréen, au contraire, semble très bien représenté par diverses formes de silex, notamment par ses pointes en feuille de laurier, etc.; il semble éclipser le Magdalénien qui n'apparait guère avec ses burins, ses coutelets, ses petites lames ordinaires, encore moins avec son industrie sur os, à peine si nous y voyons deux ou trois gibelettes, instruments que nous avons classés dans le Magdalénien, aux ateliers du Sablon, à Mormoiron.

D'après ce que nous avons avancé, et contrairement à ce qu'on nous avait appris et même à ce que l'on dit encore, à savoir qu'il n'y avait pas de Paléolithique inférieur dans nos régions vauclusiennes et bas-alpines, ou du moins que les traces en étaient très rares, nous voyons, au contraire, au fur et à mesure que nous étendons nos études, que le Quaternaire inférieur y est très bien représenté.

(1) *Loc. cit.*

DESCRIPTION DES FIGURES DE LA PLANCHE I

(M. Deydier : *La vallée du Largue paléolithique.*)

Nota. — Toutes les pièces ici représentées sont en silex recouvert d'une forte couche de cacholong blanc.

Fig. 1. — Coup-de-poing ovoïde, presque globuleux, à deux pointes opposées dont une très aiguë, comme acérée, redoutable ; ayant pour dimensions extrêmes : longueur, 143 millimètres ; diamètre, 105 milimètres ; poids 1kg,200. — Grandeur, 3/8.

Fig. 2. — Coup-de-poing à pointe triangulaire, aiguë, redoutable ; talon arrondi, pommé. — Grandeur, 3/8.

Fig. 3. — Grande arme rudimentaire, tenant du coup-de-poing par sa forme et sa taille, et du poignard par sa longueur et l'accommodation du talon pour la préhension à la manière d'un poignard. Type strépyien, selon M. Rutot. — Grandeur, 1/2.

Fig. 4. — Grand poignard rudimentaire, très pointu, accomodé par des retouches pour le prendre à pleine main vers le milieu de la pièce, à la manière d'un poignard. — Grandeur, 1/1.

Fig. 5. — Pièce taillée sur toute sa surface en forme de feuille de laurier exceptionnellement grande. Hauteur, 180 millimètres ; largeur, 75 millimètres. — Grandeur, 4/9.

Fig. 6. — Pierre taillée en forme de feuille de laurier, travaillée sur toute sa surface ; elle mesure 84/35 millimètres. — Grandeur, 4/9.

Fig. 7. — Autre pièce en forme de feuille de laurier, un peu plus large, taillée un peu plus grossièrement sur toute sa surface. — Grandeur, 4/9.

SCIENCES MÉDICALES

M. le Professeur GAUCHER

Président.

DU CONCOURS APPORTÉ A LA PATHOLOGIE PAR LA CHIMIE ET PAR LA PHYSIQUE

(Discours d'ouverture de la Section des Sciences médicales).

— 3 août —

Messieurs,

En ouvrant la première séance de la Section des Sciences médicales de l'Association française pour l'avancement des Sciences, mon devoir est de remercier la Ville et les médecins de Clermont de l'hospitalité qu'ils veulent bien nous donner et de leur cordiale réception.

On ne pouvait, d'ailleurs, mieux choisir, pour une réunion scientifique, que la patrie de Blaise Pascal, dont les méthodes dirigent encore toutes les sciences et dont le souvenir inspire encore tous les savants.

Messieurs, Pascal serait heureux de vivre aujourd'hui, pour constater que la Médecine, après avoir été si longtemps un art, est devenue une science, grâce aux découvertes de la *Chimie* et de la *Physique* contemporaines. Bien plus, la Pathologie n'est plus seulement une science d'observation; elle est presque devenue une science exacte. Elle a su mettre à profit les sciences dites accessoires, qu'on pourrait mieux appeler sciences fondamentales, car c'est par elles et par elles seules que la médecine peut progresser.

C'est par la chimie biologique qu'on est arrivé à élucider la nature de la *Diathèse* et celui qui vous parle, après des recherches qui ont duré plusieurs années, a pu légitimement définir la diathèse : *une auto-intoxication chronique par les matières extractives azotées.*

Dans toutes les maladies diathésiques, qu'il s'agisse d'affections cutanées ou d'affections viscérales, on trouve un *rapport azoturique* faible. Dans l'eczéma, dans le psoriasis, aussi bien que dans les diverses manifestations de la goutte, dans le diabète sucré en activité, dans la lithiase biliaire, etc., on trouve le rapport azoturique, c'est-à-dire le rapport de l'azote de l'urée à l'azote total éliminé, constamment au-dessous de la normale. Au lieu de 85 0/0, chiffre normal, ce rapport est au-dessous de 80 0/0, quelquefois beaucoup au-dessous. Dans un cas de lithiase biliaire, j'ai trouvé, avec

M. Desmoulière, un rapport azoturique de 48 0/0, qui s'est peu à peu relevé, en quelques mois à la normale, à la suite d'un régime et d'un traitement appropriés.

Quelle est donc la signification chimique de ce rapport azoturique, sur l'importance duquel j'ai peut-être été le premier à attirer l'attention?

L'urée est le terme ultime et parfait de l'oxydation, de la transformation, de l'utilisation de l'azote dans l'organisme. Les produits de transformation incomplète de l'azote sont connus sous le nom de *matières extractives azotées*. Ces matières comprennent l'acide urique, la leucine, la tyrosine, la créatine, la créatinine, la xanthine, l'hypoxanthine, etc. Or, chez l'homme normal, l'excrétion de l'urée représente 85 0/0 de l'azote éliminé; les matières extractives azotées n'atteignent que la proportion de 15 0/0 de l'azote total. L'urée est un corps dialysable, que le rein excrète facilement; c'est de plus un corps non toxique, sans danger pour l'économie. Les matières extractives, au contraire, sont très peu solubles, difficilement dialysables et toxiques. En conséquence, si l'urée diminue, les matières extractives augmentent et créent une altération toxique des humeurs, une *auto-intoxication*. Le rapport azoturique fournit donc le bilan des mutations organiques, il indique exactement l'état de la nutrition; sa valeur biologique est de premier ordre.

L'augmentation habituelle, prolongée, permanente des matières extractives dans l'économie produit une *auto-intoxication chronique* qui constitue la diathèse et dont dépendent, suivant les prédispositions personnelles et héréditaires, toutes les affections diathésiques, cutanées ou viscérales.

Si cette augmentation de matières extractives azotées est encore exagérée et, surtout, si elle est accompagnée d'une élimination insuffisante, à cause d'une altération rénale, par exemple, elle provoque plus ou moins rapidement une *auto-intoxication aiguë*, qui devient, suivant les cas, la source de l'urémie ou du coma diabétique.

Ces notions chimiques n'ont pas seulement une importance théorique; elles servent aussi pour le traitement diététique des malades. Il importe, en effet, d'écarter du régime de tous ces malades, soumis à l'auto-intoxication azotée, tous les aliments riches en matières extractives, pour ne pas augmenter leur intoxication.

Il importe également, chez eux, de ne pas troubler l'élimination des principes toxiques, de ne pas barrer les voies d'excrétion, qui sont principalement le rein, la peau et l'intestin. Pour préciser, il ne faut pas supprimer la diarrhée d'un urémique, ni la fluxion articulaire d'un goutteux; il ne faut pas tarir brusquement le suintement d'un eczéma, sous peine de voir, par une sorte de métastase chimique, les poisons de la désassimilation se porter sur un autre organe, où leur action pourrait être beaucoup plus nocive.

C'est encore grâce à la chimie biologique et par l'étude de l'excrétion urinaire, que j'ai montré, avec le concours éclairé de M. Desmoulière, qu'il existait constamment, dans le psoriasis, pendant les poussées éruptives, une élimination exagérée de chlore. Cette déchloruration pathologique explique la fréquence du psoriasis dans les familles de tuberculeux, l'appauvrissement de l'organisme en chlorures créant un terrain propice pour l'éclosion de la tuberculose. De cette constatation résulte la nécessité d'une alimentation hyperchlorurée dans le psoriasis.

La chloruration est également nécessaire dans tous les états diathésiques et même, dans le diabète sucré et dans l'urémie. La déchloruration, si prônée dans ces derniers temps, n'est utile que pour faire disparaître les œdèmes; elle peut être très nuisible dans toutes les auto-intoxications, car le chlorure de sodium est indispensable pour l'élimination des toxines, des leucomaïnes et des matières extractives, ainsi que l'a prouvé le professeur Armand Gautier.

Messieurs, je viens de vous montrer quel concours la chimie a apporté dans l'explication de certains phénomènes pathologiques. C'est par elle que nous avons compris et expliqué la diathèse; c'est grâce à elle que nous pouvons la traiter. Vous allez voir maintenant de quelle façon la physique a révolutionné le diagnostic et la thérapeutique.

Quand Rœntgen, en utilisant l'ampoule de Crookes, découvrit les rayons X, on songea immédiatement à employer les rayons comme moyen d'exploration clinique.

Grâce à leur pénétration à travers les substances organiques, à leur arrêt par les substances minérales, les rayons X rendent visibles le squelette et les contours des principaux viscères, ainsi que certaines altérations pathologiques des diverses parties du corps humain. Ce résultat est obtenu, d'une façon immédiate, par la radioscopie et fixé définitivement par la radiographie.

Les rayons X, après avoir servi au diagnostic, ont été employés en thérapeutique. Ils ont donné des résultats remarquables dans quelques cas. Notamment, on voit sous leur influence, régresser rapidement certains cancers de la peau, les tumeurs du mycosis fongoïde, les kéloïdes, etc.

Malheureusement, la radiothérapie comporte un outillage compliqué, encombrant, difficilement transportable. D'autre part, l'application des rayons X est limitée à la surface de la peau, car le volume et la conformation de l'ampoule de Crookes s'opposent le plus souvent à son introduction dans les cavités naturelles.

D'ailleurs, les rayons X sont néfastes pour les néoplasies des muqueuses, pour les lésions de la muqueuse des lèvres et surtout de la langue. J'ai vu régulièrement toute application radiothérapique à la cavité buccale être

suivie d'irritation de la muqueuse, qui exaspère le processus morbide, au lieu de le guérir.

Enfin, le dosage des rayons X manque de précision, car il est basé sur des procédés de mesure qui ne fournissent que des résultats tout à fait relatifs. L'intensité du rayonnement peut varier suivant l'état de l'ampoule, au cours d'une même séance. C'est ce qui explique la production des radiodermites, dont la durée peut se prolonger pendant des mois et des années et que les précautions les plus minutieuses ne parviennent pas toujours à éviter.

La découverte de Curie a mis à notre disposition un agent supérieur à l'ampoule de Crookes et il faut reconnaître aujourd'hui que le rayonnement du Radium présente plus d'avantages que les rayons X, sans avoir les mêmes inconvénients. La radiumthérapie nous offre à la fois une gamme de radiations plus variée et plus étendue que la radiothérapie et ses indications sont beaucoup plus nombreuses.

Les appareils radifères sont des foyers de triple rayonnement, constitué par les rayons α, β et γ. De ces trois sortes de rayons, les uns, les γ, sont formés par un ébranlement de l'éther ; les autres, les β et α, ne sont plus des rayons vibratoires, mais des rayons d'émission, constitués par la projection, à travers l'espace, de particules matérielles électrisées. Les rayons β sont composés de particules chargées d'électricité négative ; les rayons α sont composés de particules chargées d'électricité positive.

Les rayons γ, les plus importants en thérapeutique, que M. Dominici est parvenu à filtrer et à isoler des autres rayons moins pénétrants, au moyen de l'interposition de lames de plomb et de feuilles de papier, sont, à la fois, comparables aux rayons X et différents de ceux-ci. S'ils s'en rapprochent par certains caractères physiques, ils s'en distinguent par une plus grande puissance de pénétration. Il y a lieu, en effet, d'établir une sorte de subdivision dans les rayons γ : les uns sont semblables aux rayons X et ne sont pas plus pénétrants qu'eux, ce sont ceux qui se rapprochent des rayons β ; les autres, ultra γ, si l'on peut dire, ont une puissance de pénétration bien supérieure, ainsi qu'il résulte d'expériences encore inédites de MM. Dominici, Barcat et Beaudouin. Si l'on expose une plaque photographique à la fois au rayonnement du radium et à celui de l'ampoule de Crookes, en interposant, entre la plaque et les foyers de rayonnement, une lame de plomb, on voit qu'à partir de 5/10^{e} de millimètre d'épaisseur de la lame de plomb, la plaque photographique n'est plus impressionnée par les rayons de l'ampoule, mais l'est encore très fortement par les rayons du radium.

Il n'est aucune partie de l'organisme qui ne puisse être directement soumise au triple rayonnement du radium, car les sels de radium s'adaptent à des appareils de toutes dimensions et de toutes formes.

Ces appareils sont autant de foyers de rayonnements constants et se prêtent aux mesures les plus précises. Ces mesures sont basées sur la rapidité de la décharge des corps électrisés, déterminée par les radiations du radium, et s'évaluent en unités électriques. L'opérateur a donc, à sa disposition, des appareils d'activité constante, dont il connaît l'intensité de rayonnement global et les intensités de rayonnements partiels.

La sécurité, qui résulte d'une connaissance aussi précise de l'activité des appareils, permet d'en régler l'application dans la mesure voulue pour éviter toute radiumdermite ou pour provoquer seulement une radiumdermite d'intensité déterminée, en vue d'une action curative. Si l'on cherche, dans quelques cas, à produire la radiumdermite, c'est parce que celle-ci est anodine. On peut, d'autre part, l'éviter quand on le juge nécessaire, alors même qu'on met en jeu des appareils extrêmement puissants, pendant un temps prolongé.

Au reste, plus que les théories, les faits ont leur éloquence et voici quelques exemples des guérisons que j'ai obtenues par la radiumthérapie dans mon service de l'hôpital Saint-Louis, grâce au zèle et à la compétence de M. Dominici.

Le radium guérit non seulement le cancer de la peau, mais le cancer des *muqueuses :*

Un homme de 67 ans, atteint d'épithélioma ulcéré et végétant de la muqueuse de la lèvre inférieure et de la muqueuse de la commissure labiale gauche, est guéri en quarante jours. La cicatrisation est complète et se maintient depuis cinq mois.

Un homme de 42 ans, atteint d'épithélioma érosif de la muqueuse de la lèvre inférieure est guéri en moins de six semaines. La cicatrisation persiste depuis quatre mois.

Un homme de 62 ans, opéré par le bistouri, le 5 mars 1908, pour un épithélioma du côté droit de la lèvre inférieure, voit son cancer récidiver, sur le côté gauche de la même lèvre, presque aussitôt après l'opération. Le 28 avril, nous constatons une tumeur ulcérée, dure, entamant largement la muqueuse. Il est guéri par l'application du radium et la cicatrisation de sa lésion est complète depuis le 4 juin.

Un cancer qui avait déjà rongé les trois quarts de la lèvre inférieure et la commissure labiale gauche et envahi les muscles de la joue est actuellement en voie de guérison et de cicatrisation presque complète. Le traitement par les applications de radium n'a été commencé que le 5 juin 1908....

Mais les faits les plus remarquables sont ceux qui sont relatifs à la guérison de la leucoplasie linguale et du cancer de la langue, et je vous soumets l'observation suivante, des plus démonstratives :

Un homme de 53 ans est atteint de leucoplasie hyperkératosante de la langue, sur laquelle s'est développé un épithétioma, qui occupe toute la moitié gauche de l'organe. Voici son histoire en quelques mots : c'est un ancien syphilitique, dont la leucoplasie remonte à cinq ans et s'est très rapidement compliquée de fissures douloureuses. Il y a un an, sur une des fissures, du côté gauche de la

langue, se sont développées deux saillies papillomateuses, qui ont été enlevées et cautérisées a l'aide du thermo-cautère. Sur le fragment enlevé de cette façon, l'examen histologique a permis, à M. Louste, de constater les caractères d'un papillome corné, en dégénérescence épithéliomateuse.

Le mois suivant, ce malade fut soumis, en dehors de nous, à un *traitement radiothérapeuthique, qui exaspéra ses lésions*, lui occasionna de telles douleurs qu'il voulait se suicider et, finalement, fut suivi de l'apparition d'un nouveau bourgeon épithéliomateux.

Ce malheureux, qui ne pouvait plus manger, dont les douleurs étaient épouvantables, dont la bouche laissait incessamment s'écouler une salive sanguinolente, dont les ganglions sous-maxillaires étaient tuméfiés, fut soumis du *21 au 28 mai 1908* à l'action du radium. Il y eut en tout sept applications, comprenant au total dix-huit heures. Le 15 juin, le malade mange tout ce qu'il veut et n'a plus aucune douleur. Le 15 juillet, son cancer est guéri; l'hyperkératose leucoplasique est complètement fondue; les parties ulcérées sont réparées. Toute cette guérison s'est opérée sans aucune réaction. Ce cas montre, d'une façon frappante, la supériorité du radium sur les rayons X.

Messieurs, voilà ce que fait le radium; voilà ce qu'a donné à la thérapeutique la découverte de Curie. Tant que le cancer était tributaire de la chirurgie sanglante, il récidivait toujours et il ne guérissait jamais. Il n'y avait qu'un moyen sûr et efficace de guérir le cancer de la peau, qui est le seul accessible par ce moyen, c'était la destruction, la *carbonisation* de la lésion par la cautérisation ignée, comme je l'ai montré en 1896, au Congrès international de Dermatologie de Londres. Mais cette destruction ignée est seulement applicable aux cancroïdes de petites dimensions. Par le radium, on peut attaquer les néoplasies les plus étendues. Sous l'influence du radium, les tumeurs fondent, les ulcérations se cicatrisent, sans aucune réaction visible, d'une façon, je ne dirai pas seulement merveilleuse, mais mystérieuse, qui rappelle le *quid divinum* des anciens et qui prouve, une fois de plus, que le Créateur a mis, dans le monde, le bien à côté du mal, le remède à côté de la maladie. C'est au génie de l'homme à découvrir le bien, pour vaincre le mal.

M. LÉVY-BING

Rédacteur en chef des *Annales des Maladies vénériennes* (Paris).

L'INTOXICATION MERCURIELLE D'ORIGINE THÉRAPEUTIQUE (1)

— 3 août —

Discussion. — M. Bizard. — Dans le rapport si complet et si intéressant du Dr Lévy-Bing, je relève deux points qui me paraissent plus importants et sur lesquels vous me permettrez de vous présenter quelques observations complémentaires.

(1) Rapport. — Voir brochure spéciale, p. 21.

Nous envisagerons d'abord la *stomatite*. Cette complication n'est plus aujourd'hui, avec les méthodes des injections mercurielles, ce qu'elle était autrefois, alors qu'on traitait le syphilitique par les pilules, voire même par les frictions. On rencontre, en effet, à la suite du traitement par les injections de produits insolubles surtout, deux formes de stomatites très particulières à ce procédé.

C'est, d'une part, une forme dans laquelle les accidents irritatifs sont réduits à leur minimum. Il ne s'agit en effet que d'un processus hypertrophique des gencives dont la muqueuse est fortement épaissie sur les deux faces de la dent, jusqu'à gêner parfois les mouvements de la langue et à rendre difficile la parole. C'est là le seul symptôme de cette stomatite qui ne s'accompagne d'aucune salivation, d'aucune glossite. A peine, dans trois cas, avons-nous remarqué des hémorragies parfois assez abondantes et dont le siège est en général assez difficile à trouver. Je ne veux pas parler des formes moyennes de la stomatite qui, je le répète, ne se montrent que rarement avec les injections; par contre, il est une forme de stomatite tout à fait particulière et malheureusement très grave qu'on peut dénommer la *stomatite de l'huile grise*. Est-il, en réalité, tout à fait exact de dire que cette stomatite grave est particulière à l'huile grise? Je ne le crois pas, et il serait préférable de la dénommer *stomatite* des préparations mercurielles insolubles, puisque une des formes les plus graves qu'il nous a été donné d'observer était due au calomel. Je ne décrirai pas cette stomatite que j'ai autrefois étudiée et que les communications récentes du Dr Gaucher ont fait connaître à tous. Ce que nous pouvons dire, c'est que lorsque se produit cette stomatite, il existe toujours, en même temps, d'autres accidents d'intoxication notamment de l'entérite qui se complique même à l'ordinaire d'hémorragies. Il s'agit donc là, comme on ne peut en douter, d'un empoisonnement général mercuriel, et si nous en recherchons la cause, il faut bien dire que le plus souvent ces malades présentent presque tous des *indurations* — des enkystements des liquides injectés — et je crois que c'est lorsque les parois de ces kystes mercuriels viennent à céder sous une influence quelconque, qu'il se produit dans l'économie une décharge mercurielle qui amène ces désordres graves, ces complications parfois mortelles, dont on a cité quelques exemples, mais qui sont par bonheur extrêmement rares par rapport aux innombrables injections d'huile grise et de calomel qui sont pratiquées chaque jour.

Je signalerai simplement, dans le traitement de ces infections générales graves, un procédé qui m'a donné de bons résultats. Il s'agit, bien entendu, en se servant des autres moyens locaux et diététiques, de pratiquer en plus, chaque jour, des petites saignées générales de 150 grammes et introduire, matin et soir, sous la peau une quantité égale de sérum physiologique.

Un second point à mettre en lumière est le syndrome qui caractérise la saturation mercurielle.

On sait que certains malades, après avoir absorbé une quantité X de mercure, sont incapables d'en tolérer davantage sans présenter, chaque fois qu'on leur fait une nouvelle injection mercurielle, des troubles généraux dont les plus fréquemment observés, bien étudiés par Milian, ont été dénommés par lui « colique mercurielle ».

Ce terme de colique mercurielle a eu un succès considérable. On peut presque dire qu'il est classique et cependant, pour ma part, je proteste contre cette appellation, ne trouvant rien dans les symptômes de cet accident qui puissent rappeler une colique. Dans l'espèce les troubles gastriques et intestinaux existent peu ou même pas du tout, et il n'est pas douteux que la dénomi-

nation de « grippe mercurielle » correspond infiniment mieux à l'ensemble des symptômes qui se produisent dans ce cas. En effet, ce dont se plaint le malade tout d'abord, est une difficulté de la respiration, une angoisse de poitrine, en même temps, apparaissent des points de côté, des douleurs thoraciques, sans qu'on trouve, pour expliquer ces phénomènes, la moindre lésion pulmonaire. De plus, il existe un état général défectueux se traduisant par de la faiblesse, de l'inappétence, de l'insomnie et une inaptitude complète au travail. Le pouls est petit et rapide ; il n'y a pas de fièvre et il existe même plus souvent de l'hypothermie ; ce sont bien là, à part l'absence de fièvre, des symptômes grippaux et bien qu'on puisse établir un rapprochement très relatif et lointain entre l'intoxication saturnine et l'intoxication hydrargyrique, je ne vois rien ici qui rappelle même de très loin une « colique », les viscères abdominaux étant absolument indemnes dans cet état toxique.

Nous devons ajouter que lorsque la grippe mercurielle s'est produite une fois, elle se renouvelle avec une désespérante ténacité toutes les fois qu'on fait une nouvelle injection (et surtout une injection insoluble). C'est en vain qu'on diminue les doses, c'est en vain qu'on change de produit, chaque fois les mêmes troubles vont apparaître, et il n'est alors qu'une chose à faire, c'est d'abandonner, pour un certain temps, l'administration du traitement mercuriel.

On ne peut s'empêcher dans un cas semblable de prononcer le terme d'*anaphylaxie* et de se rapporter aux théories de la saturation de l'organisme par certains agents toxiques due au professeur Richet, et véritablement ce phénomène suscite ici quelques réflexions.

On a prétendu que l'organisme supportait admirablement le mercure lorsqu'il existait des accidents de syphilis. Pour ma part, je crois plutôt que tout organisme vierge de mercure est capable d'en absorber des doses considérables pendant un certain temps ; mais, au bout d'une période variable peut-être suivant chaque individu, il se produit des phénomènes d'accoutumance, d'intoxication, d'anaphylaxie qui vont empêcher ou tout au moins entraver gravement la continuation du traitement hydrargyrique. Peut-être donc y aurait-il intérêt à étudier les agents mercuriels nouveaux dans un tout autre sens qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Il ne s'agit point, en effet, pour sauvegarder l'avenir du syphilitique, de trouver un composé mercuriel dont on puisse, pendant un certain temps, employer impunément des doses massives. Les intéressantes expériences de Duhot, de Bruxelles, ne sont pas, à notre avis, concluantes. Qu'importe, en effet, de faire absorber sans accident à un individu, au début de sa syphilis des doses telles de mercure qu'elles sont considérées par la plupart comme toxiques.

Il s'agit de savoir ce que ce malade pourra absorber du médicament dans trois ou quatre ans. Il s'agit de savoir si ce même malade, chez qui sans doute on aura évité des poussées secondaires, sera vraiment à l'abri, plus tard, de ces grandes complications de la syphilis qui s'appellent le cancer, l'anévrisme, le tabes, la paralysie générale.

Il y a lieu de faire à ce point de vue des études nouvelles, et quand on parle du traitement de la syphilis d'envisager, non point si tel ou tel agent guérit une plaque muqueuse un peu plus vite qu'un autre, mais bien de connaître si ce même malade, traité de telle ou telle façon, sera véritablement à l'abri des grands accidents tertiaires et des accidents parasyphilitiques qui le menacent dans un avenir plus ou moins lointain.

M. George Pernet (Londres) a d'abord félicité le Dr Lévy-Bing de son excellent et lucide rapport sur l'*Intoxication mercurielle d'origine thérapeutique* dans

lequel il a touché sur tous les points d'importance. En Angleterre, on est très réfractaire à la méthode des injections intra-musculaires. Quant à lui, et le Dr Pernet insiste sur ce point, la syphilis est une abstraction, et pour sa part il ne traite pas la syphilis mais un malade souffrant d'une infection. L'orateur a employé toutes les méthodes, mais les injections sont les plus pratiques dans les cas où les malades sont en bon état. Il s'en est toujours bien trouvé, n'ayant jamais vu d'accidents, mais il faut ajouter que l emploi des préparations insolubles a été limité à sa clientèle particulière, car dans le service hospitalier d'University Hospital, on ne fait pas d'injections insolubles. Dans les cas sérieux où le système nerveux ou les yeux sont menacés, il est d'avis qu'il faut se servir des préparations insolubles, soit huile grise ou calomel, de préférence de la dernière. Dans les cas de stomatites décrites par le professeur Gaucher, le Dr Pernet est d'avis que, dans plusieurs de ces cas, les injections insolubles étaient, de prime abord, contre-indiquées. Un point important qui a frappé le Dr Pernet, c'est que les paludéens syphilitiques ne supportent pas bien le mercure, chez eux les préparations arsénicales sont tout indiquées.

M. REBLAUD

Chirurgien de l'Hôpital de Rothschild et du Dispensaire Furtado-Heine (Paris).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA SYPHILIS TERTIAIRE DES OS LONGS

— 3 août —

Nos traités classiques sur la syphilis, de même que les traités de chirurgie dans leur article « Syphilis osseuse », décrivent plusieurs formes : une périostite gommeuse circonscrite, une périostite diffuse; une ostéomyélite gommeuse circonscrite et une ostéomyélite diffuse. M. Gangolphe, dans son très remarquable *Traité des maladies des os*, tout en admettant la prédominance du siège des lésions tantôt à la périphérie, tantôt au centre, mais en tenant compte de ce fait qu'il y a généralement retentissement d'une lésion centrale sur la périphérie et inversement, englobe la généralité des faits sur le terme d'ostéomyélite gommeuse dont il décrit deux formes : la forme diffuse et la forme circonscrite. Tous les auteurs français sont d'accord pour admettre, sinon l'impossibilité de la nécrose et de la suppuration au moins l'absence habituelle de séquestre et débris dans les os. Le même sentiment semble régner à l'étranger. Cependant, je dois signaler que, dans son récent *Traité des maladies vénériennes*, Max Joseph admet que l'ostéomyélite gommeuse des os longs peut aboutir à une nécrose encapsulée centrale même des os longs et cite à l'appui de cette opinion deux observations de Volkmann.

Le même sentiment unanime semble régner sur l'efficacité du traitement spécifique sur les lésions syphilitiques osseuses. Le plus souvent les

auteurs ne discutent même pas le traitement des ostéopathies et se contentent de renvoyer au chapitre du traitement général de la syphilis. Ceux qui en parlent ne mettent pas en doute la rétrocession des lésions sous l'influence du traitement général et admettent tout au plus théoriquement que la longue durée de l'affection et les atteintes répétées sur le même os peuvent, par l'intensité du travail d'hyperostose qui en résulte, amener à une intervention locale de nature chirurgicale.

C'est donc à ce double titre exceptionnel, rareté de la lésion et nécessité d'une intervention chirurgicale, que les deux observations suivantes m'ont paru mériter d'être relatées. Dans l'une, il s'agit d'une ostéomyélite circonscrite du tibia dans laquelle, au cours de l'intervention, je suis tombé sur un petit séquestre; dans l'autre, d'une ostéite diffuse également du tibia qui a nécessité mon intervention pour ouvrir un petit abcès central.

La première observation se rapporte à un homme de quarante-cinq ans qui a contracté la syphilis à l'âge de vingt-deux ans. Cette syphilis fut reconnue aussitôt et traitée régulièrement, comme on le faisait à cette époque, par des pilules de protoiodure pendant quatre ans. Le malade cesse alors tout traitement et ne présenta aucune espèce d'accidents. Il y a douze ans, sans qu'il puisse invoquer aucune cause autre que des marches fatigantes, il ressentit pour la première fois une douleur persistante dans la jambe droite. Un médecin, qu'il consulte, constata à l'examen une légère tuméfaction limitée du tibia droit, et établissant la relation entre la lésion et la syphilis antérieure, institua un traitement ioduré. Sous l'influence de ce traitement les douleurs disparurent et tout sembla rentrer dans l'ordre, mais, au bout de quelques mois, les mêmes phénomènes se reproduisirent, furent traités de la même façon et disparurent. A partir de ce moment, à des intervalles plus ou moins éloignés, le malade subit des crises semblables, toujours efficacement traités par l'iodure, avec cette différence cependant qu'à la longue, la tuméfaction du tibia ne disparaissait plus. On conseilla alors au malade un traitement anti-syphilitique plus énergique, et il fit pour cela plusieurs cures à Aix-la-Chapelle. Il y a dix-huit mois, à la suite d'un léger traumatisme (un léger coup de pied reçu d'un enfant avec lequel il jouait), la douleur du tibia reparut et persista malgré un traitement ioduré des plus énergiques poussé jusqu'à l'intoxication. C'est après l'insuccès de ce traitement longtemps prolongé que je fus amené à voir ce malade à titre de chirurgien. Je constatai une simple augmentation de volume du tibia dans toute sa circonférence sur une hauteur de 4 à 5 centimètres à sa partie moyenne. Le tégument était d'apparence absolument normale, et la pression avec le doigt n'était nullement douloureuse. Je fis soumettre le malade à une série de huit injections d'huile grise de concert avec le traitement ioduré, et pendant les huit semaines que dura ce traitement, j'observais le malade sans constater le

moindre changement. Puis il fut envoyé à Aix-la-Chapelle pour y subir un traitement énergique. Cette cure, loin d'améliorer la situation, fut suivie au contraire d'une modification plus fâcheuse dans ce sens qu'elle n'est point circonscrite, la peau étant devenue rouge, douloureuse à la pression, et sur toute la surface de la rougeur on avait une sensation évidente de fluctuations. Il était manifeste qu'une petite collection sortait à ce niveau. Une ponction faite au bistouri évacua une petite quantité de sérosité jaune, mais pas de pus. Pendant plusieurs jours, il y eut quotidiennement issue par l'orifice de quelques gouttes de sérosité. Puis l'orifice se referma pour se rouvrir ensuite. Bref une fistulette s'établit. Les douleurs, loin de s'atténuer pendant ce temps, s'étaient accentuées si bien que la marche jusqu'alors possible, devenait très pénible. L'idée de l'existence possible d'un séquestre se présenta alors à notre esprit, et pour le vérifier, nous fîmes établir une épreuve radiographique de la jambe. Celle-ci donna l'aspect suivant : le péroné était normal dans toute son étendue ; il en était de même du tibia au niveau de sa moitié supérieur et de son tiers inférieur. Au-dessous de sa partie moyenne il y avait une zone correspondante à toute l'épaisseur de l'os et qui était en majeure partie claire. Sur le fond clair se détachaient plusieurs taches noires, dont les unes périphériques, petites, se continuaient avec les parties saines ou bien environnant la zone claire ; mais une zone obscure plus considérable occupait le centre de la peau claire. On ne pouvait plus douter de la présence d'un petit séquestre. Aussi n'hésitai-je pas à proposer au malade une intervention qui fut acceptée.

Je fis une incision verticale sur la face interne du tibia et tombais sur une surface osseuse en apparence saine; mais, réclinant le bord interne de la plaie en dedans, je pus remarquer que le bord correspondant du tibia était dentelé irrégulier. Plongeant la sonde cannelée au-dessous de ce bord, je l'introduisis dans un tissu mou que je ramenais facilement avec la curette. Un coup de curette ramena en même temps un petit séquestre gros comme une petite amande, à surface éburnée et à contours irréguliers, dentelés ; il n'y avait pas trace de pus. Je fis un évidement aussi complet que possible, ne m'arrêtant que quand la curette donna dans toute l'étendue de la cavité le son caractéristique du tissu osseux compact. Je pus me rendre compte alors, avec le doigt, que j'avais évidé une cavité grande comme une grosse noix, et que les deux segments du tibia, le supérieur et l'inférieur n'étaient plus reliés que par une mince lame du tissu osseux, correspondant à la face interne du tibia. Je tamponnais la cavité avec une lanière de gaze iodoformée, dont je fis sortir l'extrémité par une contre-ouverture postérieure, je fermai complètement la plaie opératoire et je plaçai le membre dans une gouttière plâtrée. Les suites opératoires furent d'abord parfaites ; la plaie opératoire guérie par première intention ; je retirai la lanière de gaze le sixième jour, et l'orifice de drainage se ferma

en trois jours. Tout semblait parfait, le malade ne souffrait plus, quand au bout d'un mois, l'extrémité inférieure de la cicatrice opératoire commença à rougir un peu, puis se souleva et se perfora donnant issue à un peu de sérosité. Une nouvelle fistulette s'établit, donnant issue quotidiennement à quelques gouttes de pus. Cette fistulette persista pendant près d'un an, donnant même à plusieurs reprises de la poussière osseuse et se ferma définitivement après avoir éliminé un très petit séquestre. Depuis lors, le malade resta guéri.

La seconde observation est moins longue. Il s'agit, dans ce cas, d'un homme de trente-huit ans, syphilitique depuis huit ans. Ce malade, assez négligent, s'était soigné assez régulièrement pendant à peu près un an. Puis comme il n'avait présenté aucun accident, il avait cessé tout traitement. Il y a deux ans, il fit une chute de bicyclette qui le contusionna assez sérieusement, principalement aux deux jambes pour qu'il dût garder le lit pendant plusieurs jours. Il se rétablit complètement et put se livrer à ses occupations assez fatigantes sans éprouver la moindre gêne. Ce n'est qu'un an environ après l'accident de bicyclette qu'il commença à éprouver une sensation de gêne et de douleur vague au niveau du tibia droit et remarqua lui-même que la jambe était un peu enflée à ce niveau. Il alla consulter son médecin ordinaire qui constata une tuméfaction diffuse du bas et prescrivit du Sirop de Gibert. Sous l'influence de ce traitement, la sensation de gêne et de douleur disparut, mais non pas la tuméfaction. Celle-ci diminua d'une façon sensible, mais resta néanmoins très manifeste. Comme elle ne le gênait plus, le malade n'en tint plus aucun compte et suspendit le traitement. Tout alla encore bien pendant trois ou quatre mois quand la marche devint de nouveau douloureuse, et cette douleur s'accentuant de plus en plus, le malade se décida à entrer à l'hôpital.

Au moment où nous l'examinons, il nous déclare que les douleurs sont devenues assez vives, qu'elles rendent la marche presque impossible et qu'elles ne cessent pas même à l'état de repos; parfois, elles prennent même un caractère lancinant. A l'examen nous trouvons la face accessible du tibia notablement élargie; la peau à son niveau parait infiltrée et peu mobilisable sur les parties osseuses. Celles-ci présentent une surface bombée, irrégulière, et la pression à leur niveau détermine de la douleur. Ces modifications se présentent sur une grande étendue de la partie moyenne de l'os. Nous nous demandâmes s'il s'agissait de lésions syphilitiques ou de ostéite d'autre nature. Rien dans les antécédents et dans la constitution générale du malade ne permettait d'affirmer la tuberculose; en faveur d'une lésion inflammatoire on ne pouvait guère invoquer que le traumatisme d'il y a près de deux ans. Pour trancher la question, et jugeant que le traitement par le sirop de Gibert n'avait pas été assez énergique, nous soumîmes le malade à des piqûres quotidiennes de bi-iodure associées à

des doses assez élevées d'iodure. Ce traitement poursuivi pendant une quinzaine de jours, amena une sédation complète dans les douleurs, mais pas de modification bien manifeste dans le caractère objectif des lésions. Dans ces conditions il nous parut utile d'intervenir. Je pratiquai une longue incision verticale sur la face interne du tibia, traversai une peau épaissie et infiltrée, adhérente au périoste sous-jacent. Ce dernier fut incisé à son tour et détaché à la rugine de l'os. La surface de celui-ci est rugeuse, très inégale, présentant en certains points une consistance friable, en d'autres une consistance entièrement dure. Avec la curette, j'évide les parties friables et creuse ainsi plusieurs petits canaux dans la partie compacte de l'os ; aucun de ces canaux ne pénètre jusqu'au canal médullaire. Au fond d'un de ces canaux, je tombai sur une petite cavité contenant du pus. Ce dernier, ainsi que le tissu friable évidé furent recueillis dans une éprouvette stérilisée pour servir à un examen histo-bactériologique. Quand tout le tissu friable fut enlevé, je fis sauter quelques traverses osseuses de façon à réduire toutes cavités en une gouttière unique qui fut tamponnée à la gaze iodoformée. La plaie guérit par bourgeonnement et mit quatre mois à s'épidermiser. Le malade sortit complètement guéri. Je ne l'ai pas revu depuis.

Dans les réflexions que suscitent ces deux observations, je ne m'arrêterai pas à la première, dans laquelle la nature syphilitique des lésions ne peut pas être mise en doute ; ce cas constitue bien un exemple exceptionnel de la formation d'un séquestre dans une ostéomyélite gommeuse circonscrite.

La seconde observation est plus sujette à caution. La forme anatomique que nous avons rencontrée dans ce cas n'est pas celle que l'on rencontre habituellement et qui appartient en propre à la syphilis osseuse ; elle se rapproche davantage de celle des ostéites infectieuses. Nous croyons néanmoins pouvoir affirmer la nature syphilitique de cette ostéite, pour deux raisons : 1° à cause de l'influence réelle, partielle il est vrai, mais indéniable du traitement spécifique sur l'évolution des lésions ; 2° à cause de l'absence de tout autre élément infectieux antérieur ou actuel. L'examen bactériologique du pus recueilli fut complètement négatif ; les inoculations de même. Dans les antécédents, on ne trouve que la syphilis. Pourquoi cette dernière maladie infectieuse ne pourrait-elle pas produire de lésions inflammatoires vulgaires comme elle le fait d'une façon notoire dans d'autres organes?

M. le Dr Adolphe CARTAZ
Ancien interne des Hôpitaux (Lyon et Paris).

LA TOXICOLOGIE DANS LES DRAMES DE SHAKESPEARE

— 3 août —

Au moment où je terminais cette étude, je trouvai, dans un article de mon ami Helme, une note qui me causa une surprise désagréable. Analysant, avec son sens critique habituel, le livre du Dr Beni Barde sur la neurasthénie, Helme disait : « Notre confrère est non seulement — son livre le prouve amplement — un clinicien de bonne race, mais aussi un spectateur averti et en même temps un littérateur distingué. Si j'ai bonne mémoire, il a publié autrefois, à la *Revue des Deux Mondes*, une étude sur les Poisons dans Shakespeare. »

On peut juger de mon étonnement à la lecture de cette note. J'avais scruté nombre de documents, j'avais cherché dans tous les recueils scientifiques, sans rien trouver et, au dernier moment, Helme m'apprenait que cette étude de toxicologie rétrospective avait été déjà faite. Je courus à la *Revue des Deux Mondes* où l'Administration se mit avec le plus aimable empressement à mon entière disposition. Je fouillai en vain, avec l'aide du personnel, les tables sans rien trouver sur ce sujet.

Je pensai alors à m'adresser — ce par où j'aurais dû commencer — au Dr Beni Barde et voici ce que m'apprit mon excellent confrère.

Dans un dîner chez le directeur de la *Revue*, M. Buloz, la conversation roula sur l'emploi des poisons dans les œuvres dramatiques des auteurs anciens et modernes, de Shakespeare entre autres. Delpit se trouvait à ce dîner avec le Dr Beni Barde. M. Buloz, s'adressant à ce dernier, lui dit : Vous devriez traiter cette question dans *la Revue*. Si M. Delpit veut m'aider, j'y consens, dit M. Beni Barde, et ce fut chose entendue. Mais, me raconta M. Beni Barde, on n'alla pas plus loin. Ni M. Delpit que je sache, ni moi n'avons rien publié sur les Poisons dans Shakespeare et ce qui a pu donner prise, ajoutait-il, à cette croyance, c'est que peut-être, mais je n'affirme rien, on a annoncé dans la *Revue* parmi les travaux à paraître, ce qui n'était et n'a jamais été qu'un projet.

On trouve dans les œuvres de Shakespeare des allusions fréquentes aux vertus des fleurs, à leurs symboles. Rien de plus naturel chez un poète ; tous ont emprunté, dans leurs œuvres, le langage des fleurs, et l'auteur anglais n'a pas manqué d'en user largement dans ses drames et poésies. Il n'est guère une de ses pièces où une allusion ne soit faite aux herbes de grâce, aux herbes de tristesse, aux fleurs emblèmes du souvenir, du chagrin ou du bonheur *(Obéron, les Joyeuses Commères de Windsor, Hamlet*, etc.) aux vertus, aux qualités des plantes.

Un des biographes de Shakespeare, Charles Elton, dans son ouvrage(1), a mis en relief avec un soin digne d'éloges, ce qui, dans ses drames ou

(1) Charles Elton : *William Shakespeare, his family and friends*, London, 1904.

dans ses poésies. a trait aux fleurs, aux plantes, aux cultures et aux habitudes de son pays.

Mais il y a, à côté de cette poésie riante et florale, une partie dramatique où le poison joue souvent un rôle important.

A l'époque où vivait Shakespeare, il se faisait en Angleterre, comme dans les autres pays, un grand usage de plantes narcotiques comme agent toxique et dans un but criminel. On connaissait les effets pernicieux, à certaines doses, des sucs ou des macérations de pavot, des solanées telles que la belladone, la jusquiame, la ciguë, le datura, l'aconit, la mandragore. L'opium et les autres plantes vireuses faisaient concurrence avantageusement à l'arsenic. En nature ou en infusion, l'eau de pavot était en faveur. Déjà, à cette époque, comme le fait observer Cabanès (1), les criminels qu'effraient les conséquences d'un assassinat ont recours, pour dévaliser leurs victimes, à un somnifère. Au suc de pavot, on voit peu à peu s'ajouter la liste des diverses plantes vireuses.

Shakespeare ne pouvait ignorer l'usage répandu de ces drogues toxiques et il a emprunté aux connaissances toxicologiques de son temps les poisons nécessaires à l'intrigue de ses drames.

Il avait dû être documenté sur ces questions d'une façon beaucoup plus directe. Sa fille ainée s'était mariée à John Hall, médecin dont la réputation avait dépassé le comté de Stratford, et qui a publié, dans un recueil volumineux, une série d'observations sur les malades qu'il a traités dans la ville où il exerçait et ailleurs. Cet ouvrage (2) publié en latin a été traduit en anglais par John Cook.

Shakespeare avait encore auprès de lui, pour le renseigner, son apothicaire, John Nasan. Comme les grands seigneurs de cette époque, il avait un apothicaire particulier attaché à sa personne. Ce praticien devait avoir des notions étendues sur la composition des remèdes, sur la toxicité de certaines plantes et sur leur emploi en thérapeutique. De plus, Gérard, un savant botaniste qui a publié des notes précieuses pour l'époque, dans son *Herbal* en 1597, était un de ses commensaux habituels.

Charles Elton, nous dit que Shakespeare allait souvent flâner dans la rue Bucklersbury et causer avec les boutiquiers. Cette rue correspondait à notre rue des Lombards (dans le temps du Vieux Paris) et était occupée des deux côtés par des épiciers et des apothicaires. « *He was fond of referring the drugs and tinctures.* » Il aimait causer des drogues et des teintures. Et, dans nombre de pièces, Shakespeare parlera des apothicaires,

(1) CABANES et NASS : *Poisons et sortilèges*, Paris 1903.

(2) *Select observations on english bodies or cures empirical and historical performed on very eminent persons in desperate disorders. First written in Latin by Mr John Hall physician of Stratford, where he was very famous, as also in the countries adjacent. Now put into English for common benefit, by James Cook, practitioner in physick and chirurgery. London. Printed by. John Shirley, at the golden pelican in Little Britain.*, 1657.

de leurs habitudes, de leurs traditions. Dans le *Marchand de Venise*, il fait allusion aux pratiques des herboristes qui attribuaient des vertus particulières aux plantes récoltées à certaines phases de la lune et à certaines heures de la nuit.

Ces croyances du vieux temps n'ont pas disparu et Shakespeare pourrait trouver, de nos jours, des herboristes aussi convaincus que ceux du seizième et du dix-septième siècle de la valeur des plantes et drogues, recueillies et préparées dans de certaines conditions :

Le Dr Bucknill (1) membre du Collège royal, a étudié, dans l'œuvre entière de son compatriote, les passages qui reflètent des connaissances médicales ou thérapeutiques, les allusions à la médecine, et il est convaincu que le poète anglais avait lu la plupart des ouvrages médicaux anciens ou de son époque.

Plus récemment (2), le Dr Meyer a traité la même question et montré l'étendue des connaissances de l'auteur anglais sur toutes ces questions de médecine et de pharmacologie.

On conçoit, d'après ces détails, que Shakespeare ait pu avoir sur les narcotiques et les poisons des notions assez précises.

Mais quels étaient au juste ces poisons et de quelles plantes étaient-ils extraits ? Le problème est délicat et ne comporte évidemment que des hypothèses. Dans quelques circonstances, le poète anglais indique la plante elle-même ; dans *Hamlet*, le spectre raconte que son frère vint près de lui avec une fiole de suc de jusquiame (3) *(With juice of cursed hebenon)* et lui versa dans l'oreille la liqueur lépreuse *(leperous distilment)*.

Dans *Antoine et Cléopâtre*, la reine demande à boire la mandragore.

Give me to drink mandrake?
... That I might sleep out
This great gap of time,
My Antony is away.

Pour que je puisse dormir pendant ce grand laps de temps où mon Antoine est loin de moi.

Dans *Othello*, Shakespeare parle dans les mêmes termes des effets soporifiques de la mandragore lorsqu'il fait dire à Iago :

No poppy nor mandragora
Nor all the drowsy syrups of the World
Shall med'cine thee to that sweet sleep...

Ni le pavot, ni la mandragore ni tous les sirops narcotiques du monde ne te rendront jamais le doux sommeil que tu avais hier...

Mais dans d'autres circonstances, et ce sont les plus fréquentes, la

(1) John Charles Bucknill *The medical Knowledge of Shakespeare (in-8° London, 1860)*.

(2) Arthur W. Meyer : *Some characteristics of the medecine in Shakespeare (Bull. of Johns Hopkins hospital, Baltimore*, janvier 1905).

(3) Le texte français a été emprunté à la traduction de F.-C. Hugo.

plante n'est pas mentionnée. Le breuvage employé comme narcotique ou poison, semble être un composé mixte de diverses plantes ou d'autres produits. Il est évident que, lorsqu'ils préparaient ces drogues, les alchimistes du temps ou les professionnels de crimes cherchaient à réaliser par le mélange de sucs ou de poudres réputés toxiques un poison énergique et d'un effet rapide. Les tisanes de la Voisin et de ses acolytes étaient composées de plus d'une sorte de plantes : l'opium, l'aconit, la mandragore, le datura, l'ivraie et l'arsenic formaient la base de ces breuvages. Suivant les effets à obtenir, simple anesthésie, obnubilation passagère ou disparition du sujet, on modifiait les mélanges et on forçait les doses.

La distillation et la macération des plantes ne portaient pas toujours sur des plantes fraîches et, aux dangereux principes contenus dans les solanées, il n'est pas téméraire de croire que les breuvages et eaux léthifères contenaient les poisons organiques connus aujourd'hui sous le nom de ptomaïnes.

Le poison, il faut le dire, n'était pas toujours acheté et employé dans un but criminel. Déjà à cette époque on s'en servait pour la destruction des animaux nuisibles et notamment des loups, dont les bandes sauvages et affamées pénétraient jusqu'au cœur des villages et hameaux pendant les hivers rigoureux. Le docteur Baudot, dans son remarquable travail sur la pharmacie en Bourgogne (1), signale un compte de la Louveterie des Ducs en 1353, dans lequel une somme est attribuée :

> Audit Laurent pour aller en la terre de Beaulgreu querir de l'herbe pour empoisonner les loups.

Peut-être l'aconit dit tue-loup *(Aconitum lycoctonum)*.

Aussi trouve-t-on, dans les œuvres de Shakespeare, tantôt des poisons foudroyants, tantôt des poisons lents, faciles à tromper les assistants sur la nature du mal ; tantôt encore ce sont de simples narcotiques, de simples stupéfiants.

Dans *Winter's Tale* (Le conte d'hiver), le poète fait allusion à ces poisons lents, lorsque Camille répond au roi qui lui conseille d'épicer la coupe qui fermera pour toujours les yeux à son ennemi.

> *I could do this and that with no rash potion,*
> *But with a lingering dram, that should not work*
> *Maliciously like poison.*

Moi, je pourrai le faire et cela non avec un breuvage violent, mais avec une liqueur lente qui ne trahirait pas, comme le poison, son action funeste.

La différence entre l'action des agents destinés à endormir, et celle des poisons véritablement destructeurs de l'organisme est bien mise en évidence dans ce dialogue de Cornelius et de la Reine dans *Cymbeline* (scène 5) :

(1) A. Baudot : *Études historiques sur la pharmacie en Bourgogne* (in-8°, Paris, 1905).

CORNELIUS. — *Wherefore you have*
Commanded of me there most poisonous compounds
Which are the movers of a languishing death
Out, though slow, deadly....

Pourquoi m'avez-vous commandé des philtres empoisonnés qui couvent une mort languissante et tuent lentement, mais à coup sûr ?

LA REINE. — Ne suis-je pas ton élève ? Ne m'as-tu pas appris à composer des parfums, à distiller ?... Je veux essayer la force de tes compositions sur des créatures qui ne sont pas dignes de la corde, mais non sur des êtres humains.

Et un peu plus loin.

CORNELIUS. — Elle croit tenir de merveilleux poisons ; je connais son esprit et je ne veux pas confier à sa perversité des drogues aussi infernales. Celles qu'elle a peuvent stupéfier et abolir les sens,... mais il n'y a dans la mort apparente qu'elles auront d'autre danger qu'un engourdissement passager des esprits...

Dans une autre scène (scène 23), Cornelius semble faire une allusion directe à l'arsenic ou à un poison de ce genre. L'arsenic était, à cette époque, le toxique minéral le plus connu et dont l'action était, en effet, lente, mais certaine.

CORNELIUS. — Elle a avoué qu'on vous préparait un poison minéral qui, une fois pris, devait, minute par minute, ronger votre vie et, fibre à fibre, vous consumer de langueur ?

Dans le *Roi Jean*, Shakespeare a donné une description des plus imagées et des plus précises de l'action des poisons minéraux ; sauf un détail qui peut être entendu au figuré, tous les symptômes de la pénétration de la substance toxique dans le sang, de son action sur le cerveau, sur les fonctions mentales sont décrits avec une minutie impressionnante ; de même, le délire survenant à la fin, quand la douleur s'éteint, de même la supplication du roi de calmer ses souffrances, de lui apporter un soulagement.

Nul de vous ne veut dire à l'hiver d'enfoncer ses doigts glacés dans ma bouche, nul ne veut faire couler les rivières de mon royaume à travers mon sein brûlé, nul ne veut supplier le nord de donner à mes lèvres desséchées le baiser de sa bise et de me soulager par le froid.

Voyons maintenant, en examinant les textes, s'il est possible de retrouver à quel agent toxique a pu faire allusion Shakespeare dans quelques-uns de ses drames.

Prenons *Hamlet*. Le spectre raconte à son fils que c'est le jus de la jusquiame *(juice of cursed hebenon)* qui lui a été versé dans l'oreille pendant son sommeil.

La jusquiame est-elle susceptible, par une simple décoction, macération ou teinture versée dans le conduit auditif, d'amener la mort? Bien que Pline prétende que l'huile préparée avec les graines et introduite dans l'oreille puisse altérer la raison, la pharmacologie moderne dira non. Le conduit auditif tapissé d'un épithélium, d'un revêtement cutané solide, ne

se laisse pas pénétrer par une eau de macération. Même avec une plaie du conduit externe, une perforation du tympan, la pénétration de la liqueur n'eût pu provoquer un accident toxique mortel immédiat. Il faudrait supposer que l'on eût mêlé à la solution de jusquiame une substance corrosive capable de pénétrer, à travers le tympan, jusque dans les parties profondes de l'oreille et de déterminer une lésion rapidement mortelle.

Il me semble plus légitime de croire que la décoction versée dans l'oreille pendant le sommeil avait été administrée avant, mêlée à la boisson, et avait provoqué à la fois l'engourdissement, le sommeil et la mort. La jusquiame a les propriétés générales de toutes les solanées ; elle a une grande analogie d'action avec la belladone et le datura. Sa puissance toxique est moindre, mais, à certaines doses, elle a des effets mortels.

Un point qui peut être discuté, c'est de savoir s'il s'agit bien de la jusquiame. Les principaux commentateurs de Shakespeare ont traduit le terme *hebona* et *hebenon*, qu'on trouve dans les divers textes publiés, par le mot *henbane* qui, en anglais, signifie bien jusquiame. Mais, d'après d'autres commentateurs, d'après l'auteur anonyme d'un article fort intéressant du *British Medical Journal* sur ce point, le terme *hebenon* devrait s'appliquer à l'arbre d'ébène *ebony tree* (en latin *ebenum*), dont le suc serait un poison mortel.

Dans un traité de l'époque (1), l'ébène noire n'était pas considéré comme un agent toxique.

> Il y en a, dit l'auteur de ce traité, qui assurent que l'obier (aubier) de l'ébène, trempé dans de l'eau, a la faculté de purger la pituite et de guérir les maladies secrètes.

Le bois d'ébène, le *Diospyros ebenum*, n'a jamais, que je sache, été considéré comme doué de propriétés toxiques, et si le mot hebenon, employé par Shakespeare, ne se rapporte pas par corruption au mot henbane (jusquiame), s'il doit être pris dans le sens de hebon, hebona, *ebenum*, ébène, il serait plus logique de l'appliquer à une plante fort toxique qu'on désigne quelquefois sous le nom de faux ébénier, ébénier des Alpes : c'est le *Cytisus Laburnum*, dont l'écorce, les fleurs et surtout le fruit, les gousses contiennent un principe vénéneux fort actif.

D'autres auteurs, Meyer entre autres, regardent le *cursed hebenon* comme indiquant l'if. Les feuilles de l'if commun *taxus baccata* sont, en effet, toxiques et Pline faisait de ce conifère le symbole des plantes vénéneuses. La question est, on le voit, fort difficile à résoudre.

Mais qu'il s'agisse, sous le nom de *hebenon*, de jusquiame, d'if ou de cytise, l'intoxication par le dépôt dans l'oreille est à peu près impossible, et je crois que le poison a dû être donné en même temps ou auparavant par les

(1) *Le Marchand sincère* ou *Traité général des drogues simples et composées*, par M. POMET, par ordre de M. FAGON (grand in-4° avec planches, Paris, 1645).

voies digestives. La croyance aux empoisonnements par l'oreille était très répandue à cette époque et l'on sait que A. Paré fut accusé d'avoir versé du poison dans l'oreille de François II, qui est mort tout simplement de méningo-encéphalite secondaire à une otite suppurée. Peut-être, comme le fait remarquer Bucknill, le mot *henbane* a-t-il été pris dans le sens générique d'un poison amenant l'hébétude des sens? Cette hypothèse ne donnerait toujours pas l'explication d'une intoxication par instillation dans l'oreille.

Dans la léthargie provoquée par le frère Laurent chez la douce Juliette, s'agit-il d'une de ces plantes narcotiques communes : belladone, pavot, mandragore ou autres, ou d'un produit complexe, comme le fait supposer la phrase du moine?

Avant que le soleil ait ramené le jour, il faut que je remplisse cette cage d'osier de graines pernicieuses et de fleurs au suc précieux... Beaucoup sont excellentes et pleines de vertus, d'autres ne valent rien... Oh! combien efficace la puissance qui réside dans les herbes et les plantes!...

Il est bien difficile, dans le tableau que le frère Laurent donne des vertus des plantes et de leur efficacité, de leur pouvoir dangereux, de trouver une indication un peu précise. La description qu'il fait à Juliette de la mort apparente indique une plante vireuse. Laquelle?

Prends ce flacon et, une fois au lit, bois la liqueur distillée. Aussitôt dans tes veines se répandra une humeur froide et léthargique qui saisira tout esprit vital; le pouls cessera de battre, ni chaleur ni souffle ne montreront que tu vis. La rose de tes joues et de tes lèvres sera remplacée par la pâleur de la cendre; les paupières tomberont comme si la mort les avait closes. Chaque partie de ton être, privée de souplesse, sera raide, froide comme la mort. Dans cet état apparent de mort tu resteras quarante-deux heures et tu t'éveilleras comme d'un doux sommeil...

Quelle solanée a choisie le moine pour donner ce sommeil profond et cette apparence cadavérique susceptible de tromper parents et amis? La belladone entrait dans la composition des philtres qui rendaient, sinon amoureux, du moins sans défense les êtres aimés. Les Égyptiens s'en servaient pour amener le sommeil.

Le datura stramonium semble aussi indiqué par ses propriétés physiologiques. Dans les Indes, en Égypte, l'herbe aux sorciers (il est vrai que ce nom a été donné à beaucoup de plantes vireuses) était réputée pour donner le sommeil ou engourdir les facultés sensitives et intellectuelles. On la prenait comme, de nos jours, la morphine; d'aucuns vous l'administraient en secret pour bénéficier de l'engourdissement provoqué. Acosta raconte que les femmes s'en servaient pour endormir leurs maris et leur cacher leurs fugues amoureuses.

Duguig (1) raconte qu'un homme qui avala par erreur une décoction de

(1) *Journal de Van der Monde*, t. VII, p. 330 et *Dictionnaire de thérap.*, de DUJARDIN-BEAUMETZ, p. 195.

trois fruits de datura fut pris de vertige, puis d'un état de torpeur générale qui dura sept heures. Pline, dans lequel on trouve nombre de détails intéressants sur la médecine et la thérapeutique de son époque, était persuadé qu'en buvant le suc des baies de datura on pouvait engourdir la douleur des opérations. Le datura est, comme nous l'apprend le Dr Lenoir, *(Annales d'hyg. et de médec. coloniales; 1908)*, communément employé au bagne de la Nouvelle-Calédonie par les forçats pour cambrioler leurs compagnons; tantôt il y a un simple empoisonnement avec délire, perte de connaissance, tantôt, la dose étant trop forte, l'empoisonnement est mortel.

La mandragore était réputée dans les temps les plus anciens comme un stupéfiant et un anesthésique des plus remarquables.

Il en est, dit Dioscoride, qui font cuire la racine de mandragore avec du vin, et cette décoction sert à faire dormir ou à amoindrir la douleur.

Pline décrit cet état léthargique simulant la mort, obtenu par l'ingestion de la mandragore.

Sur la foi de mon âme, dit le frère Laurent, je lui ai remis un narcotique qui a agi, comme je m'y attendais, en lui donnant l'apparence de la mort.

Bodin (1) connaissait les vertus spéciales de cette plante.

L'on peut bien, dit-il, endormir les personnes avec la mandragore et autres breuvages narcotiques en sorte que la personne semblera morte, et néanmoins il y en a qu'on endort si bien qu'ils ne se réveillent plus, et les autres ayant pris les breuvages dorment quelquefois trois et quatre jours sans s'éveiller, comme on fait en Turquie à ceux qu'on veut chastrer.

A. Paré attribuait à la mandragore, comme les hommes de son temps, des vertus anesthésiques.

On sait que Richardson (2) a voulu vérifier si les vertus imputées à la mandragore par Pline, Dioscoride et les anciens étaient réelles. Il a fait un assez grand nombre d'expériences. La teinture de mandragore fut injectée à des oiseaux, à des lapins, et l'effet narcotique s'obtenait chez les premiers avec 30 centigrammes, chez les seconds avec 10 centimètres cubes, et le sommeil durait une heure. Fort de ces premiers résultats, Richardson a expérimenté sur lui-même et a pris jusqu'à 1gr,20 de sa teinture; il en résulta un sommeil profond durant plusieurs heures, mais accompagné au réveil d'une sensation de malaise avec état nauséeux.

La mandragore pourrait bien être la plante employée par le moine pour plonger Juliette dans le sommeil léthargique. Juliette fait elle-même une allusion discrète à la mandragore quand elle réfléchit à cet ensevelissement, elle vivante, en apparence morte, dans le tombeau de ses ancêtres.

N'est-il pas possible que, réveillée avant l'heure au milieu d'exhalaisons

(1) *Dictionnaire des Sorciers,* 1598.

(2) *British and foreig. med. chir. Review,* janvier 1874.

infectes et de gémissements pareils à ces cris de mandragore déracinée, que des vivants ne peuvent entendre sans devenir fous.

Juliette songe à cet instant non aux vertus soporifiques du breuvage, mais à une croyance populaire fort ancienne d'après laquelle la mandragore tirée de terre, déracinée, émettait des sons, des cris effrayants qu'aucun être humain ne pouvait entendre sans perdre la raison ou mourir. Les anciens, qui ont transmis ces fables puériles, racontaient avec force détails les expédients auxquels on avait recours pour extraire la mandragore sans courir les risques de la folie ou de la mort.

Pour Bucknill, les effets attribués au narcotique donné par le moine Laurent sont impossibles et doivent être attribués à l'ignorance où l'on était des effets réels des poisons. Je ne suis pas de cet avis. Que Shakespeare ait idéalisé, à son gré, les symptômes produits par le breuvage, qu'il les ait exagérés, rien de plus probable, mais on connaissait sûrement, à cette époque, les moyens d'endormir les gens malgré eux.

Un point plus spécieux est relatif à la longueur de cet état d'engourdissement et de torpeur léthargique.

Quelle a été la durée du sommeil de Juliette? D'après Painter, quarante heures, d'après Porto, quarante-huit heures; Groto parle de seize heures, ce qui est déjà un chiffre fort raisonnable. Le frère Laurent avait fait diligence et prévenu Roméo dès le moment de la cérémonie nuptiale. La durée de quatre jours, pour le sommeil léthargique provoqué par la mandragore ou tout autre plante narcotique, comme l'indique Bodin, semble manifestement exagéré. Shakespeare, se conformant aux données des premiers auteurs de la tragédie des amants de Vérone, a mis quarante-deux heures. Je ne connais pas de narcotique de nos jours capable, en dehors de toute suggestion, de toute influence psychique, de donner un sommeil de cette durée sans risques. Aussi me suis-je demandé, mais sans pouvoir étayer cette vague hypothèse, si une influence hypnotique n'avait pu joindre ses effets à ceux du breuvage narcotique. Ce qu'il y a de plus probable, avec ou sans cette interprétation, c'est que la durée assignée au sommeil de Juliette doit rentrer dans les fictions théâtrales qui font expédier un repas sur la scène en quatre ou cinq minutes.

Pourquoi, me dira-t-on, la mandragore d'une façon exclusive? Parce que, à mon avis, la belladone, le datura, l'opium sont infiniment plus dangereux à manier. De plus, Shakespeare a recours, dans un autre de ses drames, à cette plante pour assurer un sommeil prolongé. Cléopâtre, comme je le disais plus haut, demande la mandragore pour dormir pendant l'absence de son bien-aimé.

Tout autre devait être le poison que Roméo va demander à l'apothicaire et qu'il boit dans le caveau funéraire après avoir tué Pâris. Le poison est foudroyant et dans le drame, qui n'a pas besoin, comme dans les opéras,

d'une strette et d'un duo à chanter avant d'expirer, Roméo dit deux mots :

O true apothecary,
Thy drug are quick ; thus with
A kiss, I die.

O apothicaire, ta drogue a des effets rapides ; un baiser, je meurs...

Et le poison a fait son œuvre.

Il est fort difficile, sur un simple résultat de mort rapide, d'arguer de la composition de ce toxique. Il devait être mixte comme tous ceux dont on attendait un effet décisif. Roméo demande :

Une drogue énergique qui, à peine dispersée dans les veines de l'homme, las de vivre, le fasse tomber, et qui chasse du corps le souffle aussi violemment, aussi rapidement que la poudre enflammée s'échappe du canon...

Et l'apothicaire, après s'être fait prier, car les lois de Mantoue sont sévères, lui donne le produit terrible demandé.

Mettez ceci dans le liquide que vous voudrez et buvez ; eussiez-vous la force de vingt hommes, vous serez foudroyé.

Les poisons aussi violents étaient communs à cette époque et l'étaient déjà dans l'antiquité. Locuste avait préparé, pour les crimes de Néron, des poisons réellement foudroyants, tel celui qui tua Britannicus. On suppose qu'avec des composés minéraux et organiques il entrait dans ses préparations de l'arsenic et peut-être des sels mercuriels.

L'aqua Toffana de la Renaissance, les poisons des Borgia, étaient des mélanges complexes à base d'arsenic, mais ce qui en faisait la violence c'était la manière de les préparer. D'après Gorelli, médecin de Charles VI d'Autriche, on prenait un porc qu'on tuait par l'arsenic ; on ouvrait le ventre, on le saupoudrait d'arsenic et quand la putréfaction était avancée, on recueillait les liquides qui s'écoulaient de ces chairs décomposées.

Les macérations de plantes distillées, recuites avec des eaux acidulées ou à base d'alcool devaient contenir la presque totalité des substances actives que la chimie moderne a isolées sous le nom d'alcaloïdes : aconitine, digitaline, atropine, hyoscyamine. Elles avaient donc toute la puissance redoutable de ces sels qu'on ne manie en thérapeutique qu'à dose de milligrammes. L'aconit ainsi préparé pouvait être un poison rapide et Shakespeare semble y avoir pensé, car il a, dans un de ses drames (*Le Roi Henri*, acte IV, scène 4), parlé de cette plante comme ayant des effets surprenants,

Mingled with the venom of suggestion
Shall never leak, though it do work as strong
As aconitum or rash gunpowder.

Aussi fort que l'aconit ou la déflagration de la poudre à canon.

Et c'est le poison que Roméo demande à l'apothicaire, aussi foudroyant que l'embrasement de la poudre.

Au lieu de prendre la plante telle quelle ou de la distiller fraîche, si la

plante était pourrie ou si l'on y mêlait des produits comme ceux qui entraient dans la composition du poison des Borgia, à l'effet de l'alcaloïde végétal venait s'ajouter celui des ptomaïnes de la putréfaction.

De nos jours, d'après le docteur Léran, le café turc, que les sultans font servir à ceux dont ils ont besoin d'assurer le silence, est un mélange analogue aux poisons anciens. On ajoute au café, préparé avec le caféier de l'Yémen, des extraits de rhus, de bryone, d'aconit et d'autres solanées.

Connaissait-on, à la Renaissance, l'acide prussique ou des préparations à base de cyanures? On pourrait le supposer en constatant la soudaineté d'action de certains poisons; mais je n'ai pas pu trouver de documents probants à cet égard.

Dans la tragédie de *Macbeth*, est-ce à la Mandragore que fait allusion Banquo quand il parle de la racine de folie, *insane root*?

Les êtres dont nous parlons étaient-ils vraiment ou avons-nous mangé de la racine insensée qui fait la raison prisonnière?

Shakespeare emploie, à diverses reprises, l'expression *mandragora* et *mandrake* et ne parle pas d'autres plantes vireuses qui devaient être aussi connues. Dans l'Encyclopédie britannique, article *Mandrake*, la phrase de Banquo est considérée comme une allusion à la racine de mandragore.

Dans un article fort documenté du *British Medical Journal* (1), un écrivain anonyme discute avec talent cette question et conclut qu'il ne s'agit pas de mandragore, mais plutôt de belladone. Shakespeare avait, croit-il, une connaissance suffisante des plantes et de leurs propriétés, telles qu'on les connaissait à son époque, pour n'avoir pas ignoré la belladone et la jusquiame, qui existent, à l'état sauvage, dans certaines parties de l'Écosse et ont longtemps passé pour donner des troubles de l'intelligence lorsqu'on en prenait.

Peut-être, ajoute-il, Sakespeare avait-il relevé la note de Plutarque dans *la Vie d'Antoine*, sur l'empoisonnement de soldats romains qui avaient mangé des herbes et des racines et qui perdirent la mémoire et l'intelligence.

Anders a noté avec soin les sources diverses où Shakespeare a pu puiser l'idée de ses drames. S'est-il inspiré de Plutarque à cette occasion? C'est possible, car les auteurs grecs et latins lui étaient familiers. Sauvage, le botaniste français, croit que l'empoisonnement raconté par Plutarque était dû à la belladone; par contre, d'autres auteurs l'ont attribué à l'aconit. La *Chronique de Holinshed*, où se trouve le germe de la tragédie de *Macbeth*, parle de la belladone comme la plante vénéneuse employée par les Écossais contre les Danois.

Il semble étrange que Shakespeare ne mentionne jamais la belladone, la *deadly nightshade*. Si l'idée première de son drame est empruntée à la

(1) *Shakespeare's Insane root* (n° du 5 janvier 1907).

Chronique de Holinshed, comment se fait-il qu'il n'ait pas pris le curieux nom de la plante.

Pourquoi ne pas attribuer plutôt à cette superstition populaire d'une plante douée de propriétés rendant les gens fous, quand on l'arrache, l'idée du choix de la mandragore? Ce n'est pas, il est vrai, une plante très répandue dans les régions du Nord, mais les croyances attachées à ses propriétés bizarres étaient de nature à frapper le dramaturge et la meilleure preuve, c'est que le nom lui revient plusieurs fois sous la plume, tandis que la belladone lui semble inconnue. Malgré les arguments de l'auteur de l'article du *British Journal*, je me range plutôt à l'opinion de ceux qui croient à la mandragore.

M. G. HUGEL

Ancien Assistant à la clinique de dermatologie et de syphilidologie de M. le professeur A. Wolff, (Strasbourg.)

QUELQUES RÉSULTATS D'ÉTUDES EXPÉRIMENTALES SUR LA SYPHILIS FAITES A LA CLINIQUE

— 3 août —

Il y a dix ans, Adrian d'abord, puis Holzhauser et moi, nous faisions à la clinique de dermatologie et de syphilidologie de M. le professeur Wolff, de Strasbourg, des expériences d'inoculation de la syphilis sur le porc.

Nos expériences, dont nous publiâmes, à l'époque, les résultats dans les *Archives allemandes de Dermatologie*, nous démontrèrent que la syphilis était jusqu'à un certain point inoculable à cet animal. Les porcs et les truies inoculés eurent, pour la plupart, des symptômes primaires et secondaires caractéristiques, mais bien légers, et l'évolution de la maladie inoculée semblait s'en tenir à ces symptômes, de sorte que nous conclûmes à une forme très atténuée de syphilis.

La découverte de la spirochète pâle, qui eut lieu depuis cette époque, ainsi que les expériences d'inoculation sur la race simienne, de Roux et de Metchnikoff, et à la suite d'autres auteurs, nous incitèrent à reprendre nos anciennes expériences. M. le professeur Wolff, qu'il nous soit permis de remercier à cette place, nous mit gracieusement sa clinique à notre disposition, et nous y faisons depuis un an nos expériences en collaboration avec M. J. Schereschewsky, de Moscou.

A côté d'inoculations à la race porcine, que nous faisons tout comme il y a dix ans, nous expérimentons également sur des petits singes, des macacus rhesus. Voici nos résultats à la fin d'une année d'expériences :

Un porc, auquel nous implantâmes dans un testicule une papule provenant

d'un malade en pleine évolution secondaire de sa maladie, eut, trois jours après cette implantation, un fort épanchement séro-purulent dans ledit testicule. Cet épanchement contenait, à côté de toutes espèces de microbes, des masses de spirochètes pâles très caractéristiques et bien vivantes. Une ponction faite avec une seringue de Pravaz, renouvelée toutes les vingt-quatre heures, donna le même résultat pendant trois jours. A partir du quatrième jour, les spirochètes devinrent de plus en plus rares et disparurent complètement à partir de la sixième ponction, ce qui fait le neuvième jour à partir de l'implantation de la papule. L'épanchement disparut peu à peu ainsi que l'induration consécutive du testicule, et ce porc, que nous avons gardé pendant trois mois en observation, ne présenta aucun symptôme d'infection syphilitique.

Une truie, par contre, à laquelle nous avions implanté, le même jour, une papule provenant du même malade, sous la peau, présenta après vingt-cinq jours, à la place où avait été faite l'incision, une ulcération arrondie, à bords infiltrés, de la grandeur d'une pièce d'un centime, dont le fond secrétait un liquide clair, séreux, ressemblant tout à fait au symptôme de Lenoir. Cette ulcération sclé-reuse resta pendant cinq jours telle que ; à partir du sixième, elle diminua et se cicatrisa assez vite, de sorte qu'elle avait disparu dix jours après son apparition, ne laissant qu'une légère induration, qui de son côté disparut également après quelques jours. Entre temps, il s'était formé, surtout aux environs de cette sclérose, une éruption papuleuse comprenant une douzaine de papules bien nettes, bien ressemblantes à des papules syphilitiques. Cette éruption papuleuse subsista pendant une dizaine de jours. Malgré de très fréquentes recherches, nous ne pûmes jamais trouver de spirochètes pâles, ni dans l'ulcération ni dans les papules. Cette truie resta à la suite complètement saine et ne présenta plus aucun symptôme spécifique.

Nous conclûmes donc, tout comme il y a dix ans, à une inoculation possible, mais atténuée de la syphilis chez la race porcine.

Nos expériences avec la race simienne portèrent sur des macacus rhesus, donc sur des petits singes. Nous inoculâmes ces singes au nombre de huit avec du virus syphilitique provenant soit de scléroses, soit de papules de malades en pleine évolution secondaire.

Nous primes toujours du matériel contenant beaucoup de spirochètes. Les inoculations furent faites soit par scarifications, soit en taillant des petites poches dans la peau, au-dessus de l'arcade sourcilière, à la racine du nez et à l'angle externe des yeux. Toutes ces inoculations donnèrent, après un espace de quatre à cinq semaines, de magnifiques scléroses, de vraies scléroses humaines, des scléroses bien plus caractéristiques et durant bien plus longtemps que celles que nous avions l'habitude de voir chez la race porcine. La plupart de ces scléroses contenaient des spirochètes pâles, en nombre très restreint, il est vrai, excepté un cas, où nous en trouvâmes des quantités.

Toutes ces scléroses persistèrent de trois à quatre semaines, avant de se cicatriser. Quant à des symptômes secondaires, nous n'en avons constaté jusqu'ici qu'une seule fois. Un de nos singes eut, à peu près trois mois après l'inoculation, une éruption papulo-circinée bien nette sur la face interne de la cuisse gauche. Comme nous l'avons dit, c'est le seul de nos singes qui eut un symptôme de nature secondaire ; c'est aussi le seul auquel nous injectâmes sous la peau, quelques jours après l'apparition de la sclé-

rose, du sérum d'un malade après l'évolution des symptômes secondaires. Nous lui en injectâmes 30 centimètres cubes en six fois. Faut-il accuser ces injections de sérum de l'apparition du symptôme secondaire?

Nous n'osons l'affirmer à la suite d'une seule expérience. Le fait est curieux et l'expérience vaut la peine d'être reprise. Peut-être arriverons-nous à un renforcement du virus syphilitique en expérimentant dans cette direction.

Outre ces inoculations utanées, nous implantâmes chez un de nos singes une papule provenant d'un syphilitique, dans l'un de ses testicules, tout comme nous l'avions fait chez le porc. Quarante-huit heures après l'implantation, il se formait un épanchement, dans lequel nous trouvions durant quelques jours des quantités de spirochètes pâles. L'épanchement résorbé et disparu, il apparut, à la place de l'incision de la peau, trois semaines après cette incision, une induration papuleuse qui persista aussi longtemps que le singe vécut, c'est-à-dire environ deux mois et demi. L'examen histologique de cette induration papuleuse donna une infiltration à petites cellules du tissu enflammé, comprenant çà et là des cellules géantes du type de la cellule de Langhans. On ne trouva pas de spirochètes dans les coupes microscopiques.

Nos expériences, au point de vue de la prophylaxie, se bornent jusqu'ici à trois essais. Le premier fut fait avec la pommade au calomel. Un macacus rhesus, auquel nous venions de faire, après scarification de la peau, des frottis avec du virus syphilitique provenant d'une clérose humaine, à l'angle externe de son œil droit, fut frotté une demi-heure après l'inoculation, quand la partie scarifiée et inoculée était bien sèche, pendant dix minutes avec une pommade au calomel à 33 %. Ce singe fut inoculé le 3 avril de cette année-ci, et au commencement du mois de mai, donc un mois après l'inoculation, il eut, à la place inoculée, donc à l'angle externe de son œil droit, une sclérose bien nette, contenant des spirochètes, et durant une quinzaine de jours avant de montrer des tendances à se cicatriser.

Notre second essai de prophylaxie fut fait avec l'atoxyl. La moitié d'une papule provenant d'un syphilitique en pleine évolution secondaire fut secouée pendant un quart d'heure dans une solution d'atoxyl de 10 %. Cela n'empêcha pas des frottis de cette papule de provoquer chez un de nos singes une sclérose typique.

Pour le troisième essai, nous employâmes la quinine. Tout comme pour l'atoxyl, la moitié d'une papule fut soumise à l'action d'une solution de quinine de 1 à 8 d'eau. Eh bien! les frottis de cette papule ne provoquèrent jusqu'à présent, maintenant quatre mois après l'inoculation, aucun symptôme spécifique à la place inoculée, quoique ledit singe ne soit pas réfractaire à la syphilis, comme l'a démontré l'apparition d'une sclérose à la suite de l'inoculation de l'autre moitié de la papule, donc de celle qui n'avait pas été soumise préalablement à l'action de la quinine.

Un autre singe, auquel nous inoculâmes une moitié d'une papule au-dessus de l'arcade sourcilière droite, et l'autre moitié au-dessus de l'arcade sourcilière gauche, n'eut, jusqu'à présent, deux mois et demi après l'inoculation, qu'une sclérose au-dessus de l'arcade sourcilière gauche, tandis que la place inoculée au-dessus de l'arcade sourcilière droite est restée jusqu'ici complètement libre du moindre symptôme spécifique. La place inoculée au-dessus de l'arcade sourcilière droite, nous l'avions frottée une demi-heure après l'inoculation, pendant

cinq minutes, avec une pommade à la quinine à 40 % (20 chin. 20 lanol. 40 glyc.)

Il serait naturellement téméraire de croire, à la suite de ces deux expériences, que la quinine ait le pouvoir d'empêcher l'infection syphilitique chez les petits singes.

Pour affirmer le fait, il faut attendre le résultat d'expériences plus nombreuses. Et, même si des expériences plus nombreuses confirmaient le résultat de nos expériences, nous ne voudrions pas, nous n'oserions jamais affirmer que la quinine, ayant un pouvoir prophylactique pour la syphilis des petits singes, qu'elle en ait un nécessairement aussi pour la syphilis humaine. Nos expériences semblent nous démontrer que la syphilis des petits singes, elle aussi, est une syphilis atténuée, une autre syphilis que la syphilis humaine.

M. PIOGEY
(Paris)

DE LA FIÈVRE — SA PHYSIOLOGIE PATHOGÉNIQUE

— 3 août —

Depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, la fièvre a été considérée comme la manifestation morbide la plus fréquente; à ce titre, elle a exercé la sagacité de tous les médecins.

C'est une augmentation de la chaleur générale du corps, a dit Hippocrate. Cette manière de voir est toujours la même, et le fait de la fièvre n'a pas été découvert parce qu'on a constaté l'augmentation de la chaleur animale à l'aide du thermomètre et gravé sur des figures à fond noir des zigzags blancs pour enregistrer les variations de la température.

Ce sont des *épilogistes*, ceux-là qui ont cru expliquer l'accroissement de la chaleur naturelle avec leurs idées philosophiques, doctrinales, me disait mon maitre Bouchut, tenu à l'écart de la chaire professorale, parce qu'incompris, trop indépendant et trop sincère dans la manifestation de ses opinions et de ses idées générales.

Il me plait d'exprimer cet hommage posthume dont quelques survivants apprécieront la véracité, mais qui ne changera nullement la mentalité de l'arriviste, infatué de lui-même et qui ne veut ni écouter, ni comprendre.

Pour Hippocrate, la fièvre est la conséquence de l'altération des humeurs.

Pour Galien, c'est une chaleur contre nature, innée, qui se transmet, sans s'amoindrir, *ignis ignem generat.*

Cette doctrine fut modifiée par Boerhave, qui vit dans la découverte

d'Harvey la cause de la thermogenèse, due à l'accélération de la circulation, au mouvement des fluides et à la résistance des vaisseaux.

C'est la doctrine des iatromécaniciens.

Puis vient, pour le dix-huitième siècle, la doctrine des iatrophysiciens, qui attribuaient au chaud, au froid, à l'humidité, aux influences saisonnières une importance capitale dans l'étiologie de la fièvre.

Depuis cette époque jusqu'au milieu du dix-neuvième siècle, apparurent les iatrophysiologistes : Traube, Wunderlich, Cl. Bernard.

Vers 1865, avec O. Weber, ont eut la première notion positive de la cause de la fièvre traumatique, qui était due à la résorption des substances pyrétogènes élaborées dans les plaies.

Il faut arriver à l'école de Bouchard pour avoir des idées précises sur la production de l'élévation de la température et des phénomènes fébriles. Depuis vingt-cinq ans, on attribue la fièvre à la pénétration dans l'organisme de certains microbes ; puis, Bouchard et ses élèves, Charrin et Ruffer, en analysèrent le mode d'action et montrèrent qu'il était dû à leur produit soluble.

Mais jusqu'ici le mécanisme de la fièvre n'est nullement indiqué et il est confondu ainsi que la pathogénie avec l'étiologie.

La fièvre est encore pour nous ce qu'elle était pour les anciens et sa nature est restée impénétrable. Le problème de la fièvre reste donc toujours pendant.

C'est encore à la théorie physico-chimique sur l'affinité et la réduction, qui nous a permis d'élucider le mécanisme de la chaleur animale, que nous aurons recours pour expliquer celui de la fièvre.

Nous pensons que la fièvre doit être considérée comme un syndrome caractérisé principalement par l'augmentation anormale de la chaleur animale, et, secondairement, par un frisson variable allant depuis la plus petite sensation de froid, en passant par tous les degrés intermédiaires, horripilation, chair de poule, trémulation, tremblement musculaire, pour arriver au tremblement général avec claquement de dents, sous la dépendance d'une cause infectieuse hétérogène.

Il est opportun de se rappeler que toutes les cellules organiques ont le même métabolisme; qu'elles se développent en s'oxydant; que, composées d'éléments albuminoïdes, protéïques, elles ont, ainsi et surtout plus que tous les corps, une affinité considérable pour l'oxygène; que les oxydations interprotoplasmiques déterminent une modification, une transformation dans l'état de l'oxygène dont la combinaison avec la cellule organique, bactérienne dans l'espèce, s'accompagne de vibrations intermoléculaires, lesquelles sont la source d'énergie c'est-à-dire de chaleur, en vertu du principe de la corrélation des forces physiques qui trouve son application ici.

Par suite du jeu de ces phénomènes biologiques, cette énergie, qui prend naissance devient libre sous forme de chaleur et élève la température du milieu ambiant, c'est-à-dire de l'organisme vivant.

La chaleur animale passe donc de l'état physiologique à l'état pathologique.

L'intensité de la calorification peut être vérifiée expérimentalement; ainsi *l'aspergillus fumigatus*, qui se développe dans l'orge mise en tas, est capable d'élever la température de la masse jusqu'à 60 degrés.

On a constaté que des cadavres enterrés et surtout les régions de ces cadavres envahies par les bactéries pathogènes sont, pendant la putréfaction, le siège d'une élévation de température notable — 10 degrés environ.

Dans une masse de fumier préparé pour la culture du champignon de couche, la température notée au thermomètre peut atteindre 90 degrés.

On sait également que les bactéries (*bacillus subtilis*, etc.) qui prennent naissance dans le foin humide réunis en tas, en masse, ont la propriété d'élever la température de la masse jusqu'à plus de 90 degrés, et beaucoup d'entre nous ont pu assister dans la campagne à des incendies spontanés survenus dans des agglomérations de foin rentré dans certaines conditions physico-chimiques ambiantes qui favorisent l'évolution des bactéries, dont les oxydations intensives sont suffisantes pour provoquer la combustion.

Ces phénomènes, observés expérimentalement dans des corps inanimés et dans le règne végétal, se produisent chez les animaux de toutes classes quand les bactéries, les microbes trouvent dans l'organisme des conditions favorables de culture.

L'élévation de température ambiante, c'est-à-dire du corps, son intensité, sa durée, sont variables avec chaque microbe, d'où les variétés de fièvre.

La chaleur pathologique varie donc avec chaque espèce de bactéries pathogènes.

Pendant la durée évolutrice du microbe, un certain degré de chaleur ambiante est dégagé; mais si la cellule bactérienne, en se développant, s'oxygène, s'oxyde, et, partant, est source de chaleur, à un moment déterminé, elle sécrète, elle excrète dans le milieu ambiant ses produits élaborés; ses sécrétions, ses excrétions, sous forme de toxines, de matières albuminoïdes, alcaloïdiques, de diastases, etc., se répandent plus ou moins rapidement dans l'organisme et y produisent des actions locales et générales : inflammations, etc, En se répandant dans le sang, dans la lymphe, dans les divers tissus et se divisant à l'infini (véritable mousse protéique alcaloïdique), ces sécrétions diastasiques ont une action désoxydante, réductrice.

A leur tour, ces produits variés de sécrétion ont une affinité considérable pour l'oxygène, et, se divisant à l'extrême, à l'infini, ils vont provoquer au loin, dans toutes les régions de l'organisme, des phénomènes de réduction.

Les toxines jetées dans le torrent circulatoire vont impressionner la fibre musculaire, la cellule musculaire sur laquelle elles exercent une action réductrice, désoxydante, phénomène qui est la cause de la trémulation, de la vibration intermoléculaire, du tremblement musculaire (du frisson, en un mot), dont les oscillations sont plus ou moins rapides selon la variété de toxines et, partant, d'une production de chaleur qui vient se surajouter à la chaleur animale physiologique.

Tel est le mode d'action de toutes les substances organiques : toxalbumines, venins ; alcaloïdes : strychnine, cocaïne, nicotine, pilocarpine, etc. ; sucs de plantes, poisons végétaux (curare), matières protéiques, produits volatils, etc., introduits accidentellement, expérimentalement ou thérapeutiquement dans un organisme vivant. Toutes procèdent par réduction, désoxydation, en raison de leur grande affinité pour l'oxygène, et leur puissance réductrice varie avec le degré d'affinité de chacune d'elles.

Cet aperçu général sommaire permet de juger de l'importance de la réduction en médecine et de se rendre compte combien doivent être nombreuses toutes les déductions pathologiques et surtout thérapeutiques qui, fatalement, en découlent.

La production de chaleur est la conséquence des phénomènes de réduction, de désoxydation, dont la cellule musculaire est le siège. Par ce fait, la fibre musculaire s'affaiblit, subit une action catabolique, et le frisson, qui est constitué par la trémulation, la vibration, la contraction plus ou moins rapide de la fibre musculaire, s'accompagne d'une élévation de température pendant toute sa durée. On a constaté que la diminution du poids du corps et des masses musculaires était proportionnelle à l'intensité, à la durée et à la fréquence du frisson.

CONCLUSION

1° La fièvre est la chaleur pathologique anormale surajoutée à la chaleur animale qui est la chaleur physislogique ;

2° La fièvre a pour origine une action hétérogène due à la présence d'une bactérie ;

3° Il n'y a pas de fièvre essentielle ; elle est toujours deutéropathique ;

4° La fièvre est sous la dépendance de deux phénomènes physico-chimiques, inséparables l'un de l'autre : l'affinité et la réduction ;

5° La fièvre comprend deux phases :

La première est représentée par la période de culture du microbe, dont le travail évolutif par ses oxydations élève la température ambiante.

Le frisson constitue la seconde phase ; il comprend toute la série des phénomènes de réduction qui se passent dans les divers tissus et surtout dans le tissu musculaire dus à l'action réductrice des toxines (composés alcaloïdiques, protéiques, diastasiques, etc.), sur la cellule musculaire.

Cette action désoxydante, réductrice, détermine le frisson et a pour conséquence l'élévation progressive de la température variable avec chaque sécrétion microbienne, d'où la possibilité de différencier la nature de l'infection bactérienne.

DÉDUCTIONS PATHOLOGIQUES ET THÉRAPEUTIQUES

Après cet exposé, il est facile de comprendre le mécanisme et la physiologie pathogénique de la *fatigue*, de la *courbature*, des *crampes* de toutes sortes, myotonus survenant à la suite d'une marche prolongée, d'un effort soutenu (natation), au cours des maladies infectieuses (choléra, rage, tétanos, etc.); des divers myoclonus, chorée, battement des paupières, de certains muscles de la face, des lèvres et d'autres régions du corps, et enfin de la *céphalalgie*, des *migraines*, de l'*insomnie*, des *névralgies*, etc. Toutes ces manifestations morbides, qui intéressent les unes la cellule musculaire, les autres la cellule nerveuse, sont dues à l'action, soit des toxalbumines, produits de la cellule physiologique animale, soit des toxines sécrétées par la cellule microbienne; elles ont le même mécanisme et la même physiologie pathogénique et sont invariablement sous la dépendance des phénomènes de désoxydation, de réduction qui ont pour conséquence obligée la régression et la désassimilation des diverses cellules physiologiques actionnées.

Connaissant la cause, le mécanisme de ces manifestations morbides, le traitement est nettement indiqué ; il aura pour base une thérapeutique de réduction qui d'ores et déjà doit être, à l'exclusion de toutes les autres, la thérapeutique des maladies infectieuses et le seul agent capable de neutraliser à son tour les toxalbumines, les toxines en les modifiant dans leur constitution, en les transformant, en les rendant inertes et par conséquent facilement éliminables ; ce sera encore un agent doué de qualités essentiellement physico-chimiques également désoxydantes, c'est-à-dire réductrices.

M. le Professeur Albert ROBIN

(Paris).

ÉLIMINATION DE LA CHAUX ET DE LA MAGNÉSIE AUX DIFFÉRENTES PÉRIODES DE LA PHTISIE PULMONAIRE AINSI QUE DANS LA PÉRIODE PRÉTUBERCULEUSE

— 3 août —

Les recherches que j'ai entreprises depuis plusieurs années, sur l'élimination de la chaux et de la magnésie aux différentes périodes de la phtisie pulmonaire, montrent que les déminéralisations calcique et magnésienne, constantes dans la tuberculose, se présentent avec des caractères différents au cours des diverses périodes de la maladie.

A. — Période prétuberculeuse.

Les recherches ont porté sur quatre cas dont voici le résumé :

Obs. I. — Une jeune fille de dix-huit ans, dont le frère est phtisique, mais n'ayant pas d'hérédité directe connue, paraissait en bonne santé au moment de l'examen, néanmoins ses échanges respiratoires étaient sensiblement exagérés. Trois ans après, on constata chez elle des signes nets de phtisie pulmonaire. La maladie a une marche lente et semble évoluer vers la transformation fibreuse.

Obs. II. — Une femme de cinquante ans, portant depuis cinq ans des adénites cervicales, neurasthénique, devient phtisique deux ans environ après l'analyse ci-dessous, et fut emportée, en une année, par une forme rapide.

Obs. III. — Un homme de quarante ans, avec une hérédité mentale, est soigné par le regretté I. Straus, pour des troubles neurasthéniques et nous établissons ensemble le bilan de ses échanges organiques. Il meurt de phtisie aiguë trois ans après.

Obs. IV. — Un homme de vingt et un ans, sans hérédité, considéré comme atteint d'anémie de surmenage, est pris un an après de phtisie à marche rapide qui l'emporte en dix mois.

Le tableau I condense les chiffres des éliminations calcique et magnésienne ainsi que leurs rapports d'échange :

TABLEAU I

ÉLÉMENTS et RAPPORTS D'ÉCHANGE	OBS. I.		OBS. II		OBS. III	
	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids
Chaux	0gr,214	0gr,0038	0gr,390	0gr,0065	0gr,287	0gr,0044
Magnésie	0gr,241	0gr,0043	0gr,220	0gr,0036	0gr,267	0gr,0041
Chaux : Azote total	2,30 0/0	»	4 0/0	»	2,01 0/0	»
Magnésie : Azote total	2,60 0/0	»	2,25 0/0	»	1,87 0/0	»
Chaux : Résidu inorganique	1,36 0/0	»	3 0/0	»	1,50 0/0	»
Magnésie : Résidu inorganique	1,52 0/0	»	1,7 0/0	»	1,39 0/0	»
Ph^2O^5 des terres : Ph^2O^5 total	26 0/0	»	28 0/0	»	33,4 0/0	»

	OBS. IV		MOYENNES		ÉTAT NORMAL.	
	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids
Chaux	0gr,288	0gr,006	0gr,295	0gr,0052	0gr,281	0gr,0044
Magnésie	0gr,285	0gr,0059	0gr,254	0gr,0045	0gr,140	0gr,0022
Chaux : Azote total	2,2 0/0	»	2,60 0/0	»	2,10 0/0	»
Magnésie : Azote total	2,2 0/0	»	2,23 0/0	»	1,05 0/0	»
Chaux : Résidu inorganique	2,3 0/0	»	2,04 0/0	»	1,75 0/0	»
Magnésie : Résidu inorganique	2,2 0/0	»	1,70 0/0	»	0,85 0/0	»
Ph^2O^5 des terres : Ph^2O^5 total	21,2 0/0	»	27,1 0/0	»	25 0/0	»

A la période prétuberculeuse :

La chaux est augmentée, par vingt-quatre heures et par kilogramme de poids, dans trois cas sur quatre. La moyenne l'emporte sur la normale de 4,9 0/0 par vingt-quatre heures et de 18,1 0/0 par kilogramme de poids.

La magnésie est toujours très augmentée, de quelque façon qu'on la considère. Elle excède la normale de 81,5 0/0 par vingt-quatre heures et de 104,5 0/0 par kilogramme de poids.

Le rapport de la chaux à l'azote total est augmenté dans trois cas sur quatre. Sa moyenne excède la normale de 23,6 0/0.

Le rapport de la magnésie à l'azote total est augmenté dans tous les cas. Sa moyenne dépasse la normale de 112 0/0.

Le rapport de la chaux au résidu inorganique est augmenté dans deux cas sur quatre. Sa moyenne dépasse la normale de 18,2 0/0.

Le rapport de la magnésie au résidu inorganique est augmenté dans tous les cas. Sa moyenne dépasse la normale de 100 0/0,

Le rapport de l'acide phosphorique lié aux terres à l'acide phosphorique total est de 27,1 0/0 en moyenne contre la normale à 25 0/0, soit légèrement augmenté.

Si, au lieu de considérer les chiffres individuels de la chaux et de la magnésie, on regarde leur élimination globale, on voit que l'augmentation est constante et considérable, aussi bien par vingt-quatre heures que par kilogramme de poids et pour les rapports d'échange. Ainsi, cette élimination globale atteint $0^{gr},549$ par vingt-quatre heures et $0^{gr},0097$ par kilogramme de poids, au lieu des normales $0^{g},421$ et $0^{gr},0066$, soit accroissement de 30,5 0/0 par vingt-quatre heures et de 46,6 0/0 par kilogramme de poids.

Première conclusion. — *A la phase prétuberculeuse, il se fait une déminéralisation calcique et magnésienne de l'organisme.* — La déminéralisation magnésienne est plus intense et plus régulière. L'excès de chaux et de magnésie ne provient pas de l'alimentation, puisque les rapports d'échange de ces principes sont en moyenne de 53,3 0/0 et de 43,8 0/0 au-dessus des normales pour des individus alimentés de la même manière. Le prétuberculeux emprunte à ses plasmas et à ses tissus $0^{gr},0008$ de chaux et $0^{gr},0023$ de magnésie par kilogramme de son poids et par vingt-quatre heures (1).

B. — Phtisie au premier degré.

Cette catégorie ne comprend que deux cas :

Obs. I. — Un homme de trente-deux ans, ni héréditaire, ni alcoolique, mais très anémique avec des lésions discrètes au sommet droit et un état général encore satisfaisant.

(1) Ces conclusions s'accordent avec celles de Gaube (du Gers), pour qui l'excès d'excrétion de chaux et de magnésie chez les descendants de tuberculeux atteint $0^{gr},269$ par litre d'urine. Mes chiffres sont inférieurs à ceux de Gaube, mais il faut observer qu'il a fait ses recherches sur des sujets sains tandis que mes malades étaient arrivés à la phase vraiment prétuberculeuse puisque tous sont devenus phtisiques en un temps relativement court. — Gaube (du Gers) : *Journal des Connaissances médicales*, 1894.

Obs. II. — Un homme de vingt-sept ans, héréditaire. Début de phtisie pulmonaire à droite, ganglions cervicaux. Très amélioré par le traitement, il augmente de 7 kilogrammes en soixante-cinq jours.

Le tableau II indique les variations de la chaux et de la magnésie ainsi que de leurs rapports d'échange. (Les chiffres de la normale sont indiqués au tableau I).

TABLEAU II

ÉLÉMENTS et RAPPORTS D'ÉCHANGE	OBS. I		OBS. II		MOYENNES	
	pour 24 heures	par kilogr. de poids	pour 24 heures	par kilogr. de poids	pour 24 heures	par kilogr. de poids
Chaux.	0gr,370	0gr,0060	0gr,387	0gr,0067	0gr,379	0gr,0064
Magnésie.	0gr,254	0gr,0048	0gr,194	0gr,0034	0gr,224	0gr,0041
Chaux : Azote total . . .	3,4 0/0	»	1,73 0/0	»	2,06 0/0	»
Magnésie : Azote total . .	2,3 0/0	»	0,87 0/0	»	1,59 0/0	»
Chaux : Résidu inorganique . .	1,9 0/0	»	1,19 0/0	»	1,54 0/0	»
Magnésie : Résidu inorganique .	1,3 0/0	»	0,59 0/0	»	0,95 0/0	»
Ph^2O^5 des terres : Ph^2O^5 total .	5,1 0/0	»	22,2 0/0	»	36,6 0/0	»

Au premier degré de la phtisie :

La chaux et *la magnésie* sont augmentées par vingt-quatre heures et par kilogramme de poids. La moyenne dépasse la normale de 34,8 0/0 par vingt-quatre heures et de 31,2 0/0 par kilogramme de poids pour la chaux, de 60 0/0 par vingt-quatre heures et de 86,3 0/0 par kilogramme de poids pour la magnésie.

Les rapports de la chaux et de la magnésie à l'azote total sont accrus dans un cas, et diminués dans un autre. Les moyennes n'ont pas de valeur absolue.

Il en est de même des rapports avec le résidu inorganique et des rapports de l'acide phosphorique lié aux terres avec l'acide phosphorique total. Mais la différence entre les deux faits tient à ce que le deuxième malade s'alimentait copieusement ainsi qu'en témoignent, d'une part, l'analyse de l'urine et, d'autre part, l'augmentation de poids du corps qui atteignit 107 grammes par jour. Il n'y a donc pas lieu de s'appuyer sur les moyennes, mais bien de laisser à l'observation I sa valeur personnelle qui s'exprime par une augmentation très grande des rapports de la chaux et de la magnésie à l'azote total et par une augmentation assez marquée des rapports au résidu inorganique. Le rapport de l'acide phosphorique lié aux terres à l'acide phosphorique total est aussi très accru.

L'élimination globale de la chaux et de la magnésie atteint 0gr,603 par vingt-quatre heures et 0gr,0105 par kilogramme de poids, soit une augmentation sur la normale de 43,2 0/0 et de 64 0/0.

Deuxième conclusion.— *A la première période de la phtisie, la déminéra-*

lisation continue et semble augmenter, mais la déminéralisation calcique s'accentue et l'emporte sur celle de la magnésie. Le malade emprunte à ses tissus 0gr,002 de chaux et 0gr,0019 de magnésie par kilogramme de poids et par vingt-quatre heures.

C. — Phtisie au deuxième degré.

Trois malades figurent dans cette catégorie :

Obs. I. — Un homme de trente-six ans sans hérédité, dyspeptique hypersthénique de vieille date. Phtisie droite du deuxième degré évoluant rapidement avec oscillations fébriles. Adénite cervicale. Alimentation et digestion défectueuses.

Obs. II. — Une jeune fille de quinze ans, sans hérédité. Phtisie gauche au deuxième degré à évolution lente avec bon état général.

Obs. III. — Une femme de quarante ans, héréditaire. Phtisie gauche au deuxième degré à marche très lente, dont la première manifestation remonte à sept ans. Appétit modéré, état général satisfaisant.

Le tableau III résume les variations de la chaux et de la magnésie et de leurs rapports d'échange.

TABLEAU III

ÉLÉMENTS et RAPPORTS D'ÉCHANGE	OBS. I		OBS. II		OBS. III		MOYENNE	
	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids
Chaux	0gr,932	0gr,015	0gr,309	0gr,007	0gr,509	0gr,012	0gr,583	0gr,0113
Magnésie	0gr,502	0gr,008	0gr,100	0gr,002	0gr,198	0gr,0045	0gr,266	0gr,0048
Chaux : Azote total	9,11 0/0	»	3,17 0/0	»	5,2 0/0	»	5,79 0/0	»
Magnésie : Azote total	4,89 0/0	»	1 0/0	»	1,95 0/0	»	2,61 0/0	»
Chaux : Résidu inorganique	3,3 0/0	»	2 0/0	»	2,52 0/0	»	2,60 0/0	»
Magnésie : Résidu inorganique	1,8 0/0	»	0,77 0/0	»	0,98 0/0	»	1,18 0/0	»
Ph^2O^5 des terres : Ph^2O^5 total	55,5 0/0	»	30 0/0	»	18,2 0/0	»	34,6 0/0	»

A la deuxième période :

La chaux est augmentée dans tous les cas par vingt-quatre heures et par kilogramme de poids. La moyenne l'emporte sur la normale de 107,4 0/0 par vingt-quatre heures et de 157 0/0 par kilogramme de poids.

La magnésie est accrue dans deux cas sur trois. La moyenne s'élève au-dessus de la normale de 90 0/0 par vingt-quatre heures et de 118 0/0 par kilogramme de poids.

Le *rapport de la chaux à l'azote total* est augmenté dans tous les cas. La moyenne dépasse la normale de 175,7 0/0.

Le *rapport de la magnésie à l'azote total* augmente dans deux cas sur trois. La moyenne dépasse la normale de 147,1 0/0.

Le *rapport de la chaux au résidu inorganique* est augmenté dans tous les cas. La moyenne s'élève de 48,5 0/0.

Le *rapport de la magnésie au résidu inorganique* est augmenté dans deux cas sur trois. La moyenne s'élève à 38,8 0/0.

Le *rapport de l'acide phosphorique lié aux terres à l'acide phosphorique total* augmente dans deux cas sur trois. La moyenne est de 34,6 0/0 au lieu de 25 0/0.

L'élimination globale de la chaux et de la magnésie atteint $0^{gr},849$ par vingt-quatre heures et $0^{gr},0161$ par kilogramme de poids, soit une augmentation de 100 0/0 et de 151 0/0.

Ces moyennes sont évidemment influencées par les très fortes éliminations terreuses de l'observation I qui sont tout à fait exceptionnelles, mais, même en faisant la part de la dyspepsie hypersthénique dont ce malade était atteint, l'augmentation demeure encore considérable.

Troisième conclusion. — *Au deuxième degré de la phtisie la déminéralisation terreuse s'accroît, surtout en ce qui concerne la chaux.* Le malade emprunte à ses tissus $0^{gr},0076$ de chaux et $0^{gr},0025$ de magnésie par kilogramme de poids et par vingt-quatre heures.

D. — Phtisie au troisième degré.

Ce groupe comprend trois observations dont le tableau III contient les analyses :

Obs. I. — Homme de vingt-trois ans, sans hérédité. Phtisie au troisième degré avec médiastinite tuberculeuse. Adénite cervicale. Marche rapide. Anorexie. Poussées fébriles. Mort.

Obs. II. — Homme de trente-cinq ans, héréditaire, alcoolique. Phtisie au troisième degré datant de deux à trois ans. Anorexie. Poussées fébriles irrégulières. Amaigrissement progressif.

Obs. III. — Homme de trente ans, héréditaire. Phtisie au troisième degré à droite, au deuxième degré à gauche. État cachectique. Fièvre irrégulière. Anorexie. Diarrhée. Amélioré par le traitement.

TABLEAU IV

ÉLÉMENTS et RAPPORTS D'ÉCHANGE	OBS. I		OBS. II		OBS. III		MOYENNES	
	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids	par 24 heures	par kilogr. de poids
Chaux	$0^{gr},143$	$0^{gr},003$	$0^{gr},270$	$0^{gr},005$	$0^{gr},056$	$0^{gr},0012$	$0^{gr},156$	$0^{gr},0030$
Magnésie	$0^{gr},119$	$0^{gr},0025$	$0^{gr},061$	$0^{gr},001$	$0^{gr},073$	$0^{gr},0016$	$0^{gr},084$	$0^{gr},0017$
Chaux : Azote total	1,80 0/0	»	3,4 0/0	»	0,97 0/0	»	2,06 0/0	»
Magnésie : Azote total	1,50 0/0	»	0,7 0/0	»	1,23 0/0	»	1,16 0/0	»
Chaux : Résidu inorganique	1,85 0/0	»	1,4 0/0	»	1,23 0/0	»	1,49 0/0	»
Magnésie : Résidu inorganique	1,53 0/0	»	0,3 0/0	»	1,08 0/0	»	0,97 0/0	»
Ph^2O^5 des terres : Ph^2O^5 total	25,5 0/0	»	32,8 0/0	»	28,2 0/0	»	28,8 0/0	»

Au troisième degré de la phtisie :

La chaux est diminuée dans tous les cas. La moyenne est au-dessous de la normale de 44 0/0 par vingt-quatre heures et de 31,8 0/0 par kilogramme de poids.

La magnésie est diminuée dans tous les cas. La moyenne s'abaisse sur la normale de 40 0/0 par vingt-quatre heures et de 22,7 0/0 par kilogramme de poids.

Le rapport de la chaux à l'azote total augmente dans un cas et diminue dans deux. La moyenne est sensiblement égale à la normale.

Le rapport de la magnésie à l'azote total augmente dans deux cas et diminue dans un. La moyenne dépasse la normale de 10,4 0/0.

Le rapport de la chaux au résidu inorganique augmente à peine dans un cas et diminue dans deux. La moyenne est inférieure à la normale de 14,8 0/0.

Le rapport de la magnésie au résidu inorganique est supérieur à la normale dans deux cas, inférieur dans un cas. La moyenne l'emporte de 14 0/0 sur la normale.

Le rapport de l'acide phosphorique lié aux terres à l'acide phosphorique total est en moyenne de 28,8 0/0 soit légèrement augmenté.

L'élimination globale de la chaux et de la magnésie atteint $0^{gr},240$ par vingt-quatre heures et $0^{gr},0047$ par kilogramme de poids, soit une diminution de la normale de 43 0/0 et de 40,4 0/0.

Quatrième conclusion. — *A la troisième période de la phtisie, le malade ne se déminéralise plus*, avec cette réserve que la déperdition relative de magnésie paraît légèrement accrue.

E. — Phtisie aiguë.

Je n'ai qu'une seule observation de phtisie aiguë chez une femme de vingt-huit ans, non héréditaire, surmenée par des grossesses successives et contaminée par son mari qui fut emporté en trois mois. Voici ses échanges calciques et magnésiens.

ÉLÉMENTS et RAPPORTS D'ÉCHANGE	OBS. I	
	par 24 heures	par kilogr. de poids
Chaux.	$0^{gr},215$	$0^{gr},0045$
Magnésie	$0^{gr},128$	$0^{gr},0025$
Chaux : Azote total	1,78 0/0	»
Magnésie : Azote total	0,80 0/0	»
Chaux : Résidu inorganique	1,76 0/0	»
Magnésie : Résidu inorganique	1,01 0/0	»
Ph^2O^5 des terres : Ph^2O^5 total	29,5 0/0	»

Ce cas unique ne comporte pas de conclusion et demeure un fait d'attente.

F. — Conclusion.

Résumons les enseignements acquis par cette première série de recherches :

La déminéralisation calcique se manifeste déjà dans la période prétuberculeuse; elle continue et s'accroît au premier degré de la phtisie; elle atteint son acmé au deuxième degré; elle ne se manifeste plus au troisième degré où l'élimination de la chaux tombe au-dessous de la normale.

La déminéralisation magnésienne plus accentuée dans la période prétuberculeuse que la déminéralisation calcique, croit au premier et au second degré, mais moins que la chaux. Au troisième degré, l'élimination de la magnésie diminue moins que celle de la chaux.

L'examen des rapports d'échange démontre que l'abaissement des élimi-nations terreuses au troisième degré de la phtisie, provient de ce que l'organisme a perdu, dans la phase prétuberculeuse et dans les premières périodes de la maladie, tout ce qu'il pouvait perdre en terres.

M. Ad. NICOLAS

Médecin consultant (La Bourboule.)

SUR LA RADIOACTIVITÉ DES EAUX THERMALES DE LA BOURBOULE

— 3 août —

La croyance à l'efficacité des eaux thermales est vieille comme le monde. Toutes les nations, sauvages ou civilisées, y ont cru dans tous les temps, aussi bien au cœur de l'Afrique inexplorée; de l'Amérique inconnue que dans la Grèce antique et les territoires où Rome sensuelle prodiguait ses thermopoles, comme dans ceux où la civilisation moderne leur adjoint ses casinos, ses concerts et ses jeux. Si quelques-uns parmi nous doutent de cette efficacité, parce qu'ils n'en trouvent pas l'explication dans la composition chimique des eaux, le peuple, du moins, y croit partout, comme il croit aux miracles, sans essayer de les définir.

Pouvons-nous espérer que les travaux récents qui éclairent de lumières imprévues nos conceptions de la matière et de ses agencements dans l'Univers, découvriront enfin le *quid ignotum* de cette action mystérieuse; — que les notions plus récemment acquises de l'état électrique, de l'ionisation, de l'état colloïdal, de la radioactivité, etc., permettront quelque jour de définir les éléments de cette équation où la cause et l'effet n'ont entre eux qu'un rapport vague et indécis, — ou, tout au moins, de déterminer les agents toujours inconnus qui expliquent mieux qu'on ne l'a encore fait :

la thermalité, la minéralisation, leurs origines et les conditions spéciales qui les régissent? Pénétrerons-nous jamais les mystères de l'occultisme cosmique ou mental ?...

Depuis qu'ont été publiés les travaux de G.-A. Blanc sur la radioactivité des sources d'Aïx-les-Bains (1) et surtout de P. Curie et A. Laborde sur la radioactivité de l'eau et des gaz de vingt-deux sources thermales (2), un certain nombre de stations thermales ont entrepris la même analyse (3).

La Bourboule a confié cet examen au collaborateur de P. Curie, M. A. Laborde, dont le rapport donne les résultats suivants :

Cinq litres d'eau ont été puisés à une grande profondeur (47 mètres environ), le 29 avril 1908 à 3 heures et demie du soir, dans le Puits Choussy. Ces produits sont parvenus en *grande vitesse* au laboratoire et dans de bonnes conditions.

On a fait bouillir les cinq litres d'eau dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, selon la méthode décrite par P. Curie et A. Laborde dans leur Note à l'Académie (4); les gaz extraits de l'eau par ce procédé ont été introduits dans un condensateur cylindrique à anneau de garde, et leur radioactivité a été mesurée par la méthode du quartz piézo-électrique.

Il a été reconnu ainsi que l'eau de La Bourboule est très fortement radioactive :

En effet, dix litres d'eau du Puits Choussy renferment en dissolution une quantité de gaz radioactif qui donnerait naissance, quatre jours après la prise, dans un condensateur cylindrique de 450 centimètres cubes, à un courant électrique i tel que $i \times 10^3 :: 360$ unités électrostatiques.

Ce courant est produit par l'émanation du Radium que l'on extrait de l'eau en même temps que les gaz dissous, et il permet d'évaluer la quantité d'émanation du Radium dissous dans l'eau :

Dix litres d'eau du Puits Choussy renferment, quatre jours après leur extraction, *1,78 milligrammes-minutes* d'émanation du Radium, c'est-à-dire une quantité d'émanation égale à celle que peut produire 1 milligramme de Bromure de Radium pur pendant 1,78 minute.

Dans l'une des Notes de Curie et Laborde (5), les vingt-deux sources examinées ont été classées en série d'après leur radioactivité relative. En tête de la série figurent Gadstein (source Grabenbäcker) où les gaz donnent $i. 10^3 = 360$, et Plombières (source Vauquelin) où les gaz donnent $i. 10^3 = 47$. Or La Bourboule est intermédiaire entre ces deux sources, avec une radioactivité $i. 10^3 = 100,5$.

La Bourboule, dit Laborde, se classera parmi les eaux françaises les plus radioactives et peut-être même, jusqu'à nouvel ordre, en tête de la liste.

(1) *Phil. mag.*, janvier 1905.

(2) *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 11 et 25 juin 1906.

(3) Odilon Platon : *Eaux de La Fou*, à Saint-Paul de Fenouillet (Pyr.-Or.), *Marseille médical*, 1908.

(4) *Comptes rendus*, 25 juin 1906.

(5) *Comptes rendus*, 11 juin 1906. V. aussi *Le Radium*, juillet 1906.

Une autre analyse a été faite par M. Laborde — au point de vue de la radioactivité — des gaz dégagés spontanément du Puits Choussy.

Cinq bouteilles de gaz captés par déplacement d'eau dans le bouillonnement superficiel du puits avaient été expédiées en même temps que l'eau.

Leur radioactivité a été étudiée par la méthode du quartz piézo-électrique de Curie, dans un condensateur cylindrique à anneau de garde de 450 centimètres cubes environ.

Il a été ainsi reconnu que :

Ces gaz sont très fortement radioactifs. En effet, ils donnent naissance, quatre jours après la prise dans le condensateur cylindrique de 450 centimètres cubes à un courant i tel que $i \times 10^3$ :: 100,5 unités électrostatiques.

Ce courant, dit M. Laborde, est produit par l'émanation du Radium dilué dans les gaz, et permet d'évaluer la teneur de ces gaz en émanation : 10 litres de gaz du Puits Choussy renferment une quantité d'émanation du Radium égale à celle que peut produire 1 milligramme de Bromure de Radium pur en 11,02 minutes, ce qui s'exprime en disant que 10 litres de gaz du Puits Choussy renferment *11,02 milligrammes-minutes* d'émanation du Radium.

... Les gaz du Puits Choussy se classent donc au même titre que l'eau du Puits Choussy parmi les produits des sources minérales les plus fortement radioactives de France.

Ainsi donc, au point de vue de la radioactivité, La Bourboule prend, (avec Gadstein, Autriche), la tête d'une série de vingt-deux des principales sources de France.

Mais il convient d'ajouter qu'examinées après quatre jours de transport, elles ont perdu de leur pouvoir radioactif. Cette perte est évaluée à la moitié par l'auteur du Rapport, mais nous savons d'autre part que, après quatre jours, cette perte est toujours bien plus considérable.

Quand on songe que la transformation des substances radioactives peut varier de 5,7 secondes (Actinium); 264 (Radium A); 60 ans (Radium D) — à 500 millions d'années (Uranium) et 2 milliards d'années (Thorium), on ne peut accepter cette évaluation de la perte que sous bénéfice d'inventaire. Il faut retenir toutefois de cette double considération que les expériences ci-dessus peuvent être retenues comme un premier essai sérieux, en attendant l'étude au griffon même de l'eau et des gaz; mais qu'un fait reste acquis : l'explication de l'efficacité plus grande de l'eau à la station même, jusqu'à ce que nous soient révélées les actions thérapeutiques propres de ces émanations dans la boisson et les bains.

MM. A. COYON et H. DOMINICI
(Paris).

PURPURA GÉNÉRALISÉ D'ORIGINE TUBERCULEUSE. — PRÉSENCE DE PIGMENT FERRIQUE DANS LA PEAU

— 3 août —

Le 10 mars 1908, entrait à l'hopital Beaujon, dans le service de clinique thérapeutique, salle Louis, un homme de trente-cinq ans maçon, venant demander des soins pour des accidents laryngés et des symptômes d'ordre général. Il se plaignait de troubles de la phonation — la voix était voilée, sourde, éteinte — de gêne respiratoire, de douleurs au moindre mouvement de déglutition ; il accusait, en outre, une faiblesse extrême, une perte de forces l'ayant obligé à quitter son travail, une anorexie absolue et de violents maux de tête.

Nous nous trouvons en présence d'un malade très émacié, anémié, prostré, répondant avec difficulté aux questions qui lui sont posées. En le découvrant, nous constatons que le corps est couvert d'une éruption formée de taches pigmentées brunâtes, de petites dimensions, confluentes. ayant envâhi tout le revêtement cutané, mais prédominant aux membres et à la partie postérieure du tronc; seule la face est respectée. Ce sont des macules, aplaties, complètement indolores, d'un brun noirâtre dont les plus grandes atteignent à peine la dimension d'une pièce de un franc. Certaines, examinées de près, présentent au centre une teinte moins foncée couleur café au lait; à cet endroit, le derme est aminci, présentant des stries atrophiques, véritable processus de cicatrisation. Le grattage ne détermine ni desquamation, ni hémorrhagie.

L'examen de la bouche et de l'arrière gorge montre une pâleur du voile du palais, accompagnée d'une infiltration œdémateuse de la partie postérieure du larynx et de la région épiglottique,. il n'existe aucune pigmentation de la muqueuse buccale.

L'appareil pulmonaire fournit les renseignements suivants :

Submatité avec résistance au doigt aux deux sommets en avant, et en arrière jusque dans la fosse sous-épineuse et surtout à gauche, de l'exagération de vibrations thoraciques, de la diminution du murmure vesiculaire dans toute la hauteur du poumon gauche; à droite, l'inspiration est brève; on entend quelques râles crépitants fins.

Le ventre est ballonné, météorisé, mais nullement douloureux, il n'y a pas de liquide, pas de diarrhée, pas de constipation.

Le foie et la rate sont normaux.

Les urines contiennent une faible quantité d'albumine.

La température, qui est à 38,9° le soir de l'entrée, monte le lendemain à 40, et oscille entre 39°,7 et 40°,2, jusqu'à la mort.

Les jours suivants, le malade, couvert de sueurs profuses, est somnolent, très dyspnéique, cyanosé; la langue est sèche, rôtie, il présente un état d'adynamie profonde. Les signes pulmonaires sont des plus variables et des plus mobiles. La submatité persiste et s'accentue ; à la diminution du murmure vésiculaire succède un mélange de râles sibilants, de râles crépitants et sous-crépitants; dans la

fosse sous-épineuse gauche, on entend de gros râles humides ; un léger souffle par place, pas de signes pleuraux.

Le malade meurt le 19 mars au soir, neuf jours après son entrée.

Le diagnostic porté fut celui de phtisie laryngée et de tuberculose pulmonaire aiguë à forme broncho-pulmonaire.

Le 17, l'examen du sang, pratiqué par M. le Dr Jousset, agrégé, révéla la présence de bacilles de Koch, et une agglutination au cinquantième ; il existait donc de la bacillémie tuberculeuse.

L'autopsie, pratiquée trente-six heures après montre le larynx avec des lésions tuberculeuses typiques ; les poumons sont remplis de granulations tuberculeuses, mais avec prédominance et confluence aux sommets ; tout le lobe supérieur du poumon gauche est envahi et confirme le diagnostic de tuberculose aiguë à forme-broncho-pneumonique pseudo-lobaire. En dehors des poumons et du larynx, aucun organe n'était lésé. L'autopsie fut pratiquée entièrement. Malheureusement on ne préleva pas de fragment de foie pour l'examen histologique.



L'intérêt de cette observation clinique porte surtout sur l'éruption que le malade présentait. Cette éruption était apparue trois mois auparavant, à la suite de l'absorption d'un cachet que le malade avait pris chez un pharmacien, et naturellement le cachet devait en être la cause. Cette éruption, qui s'était faite par poussées successives, s'était généralisée, en quinze jours ; au début les éléments étaient franchement rouges, puis s'étaient foncés peu à peu.

Cet homme n'avait jamais été malade, mais reconnaissait s'être livré à des excès alcooliques. Marié et père de deux enfants, il avait soigné sa femme, morte en novembre 1907, à l'âge de trente-deux ans d'une tuberculose aiguë ayant évolué en quatre mois. Depuis l'été dernier, il avait remarqué qu'il toussait de temps à autre ; ses charges de famille l'obligèrent à continuer son travail. En décembre 1907, il commença à ressentir de la fatigue, une grande faiblesse

le soir ; c'est alors qu'il alla consulter un pharmacien, qui lui donna un cachet. De l'enquête à laquelle nous nous sommes livré il résulte que c'était un cachet de quinine. Quelques jours après, l'éruption apparut ; en même temps, les symptômes généraux s'accentuaient, et, un mois avant son entrée, se manifestèrent les troubles laryngés, mais le malade ne cessa de vaquer à son dur métier de maçon que l'avant-veille de son entrée. Malgré l'état d'amaigrissement, les sueurs profuses la nuit, l'anorexie et la faiblessse extrême, il n'eut aucune hémorragie.

Quel diagnostic porter ? Il ne pouvait s'agir là, d'une éruption médicamenteuse et le diagnostic hésitait entre une éruption spécifique et un purpura généralisé, modifié dans son évolution par l'intervention d'un autre facteur.

L'hypothèse d'une éruption syphilitique fut soulevée et admise par certains, mais il fallait cependant reconnaître qu'il s'agissait alors d'une pigmentation survenue sur les éléments d'une éruption secondaire généralisée, qui se serait produite trois mois auparavant, quoique le malade nia tout antécédent et quoique l'on ne pût trouver aucune cicatrice de chancre ou aucune autre manifestation.

Restait le diagnostic du purpura généralisé d'origine tuberculeuse et nous verrons que l'examen histologique en a révélé le bien fondé ; mais ici encore il ne pouvait être question de purpura cachectique, mais d'un de ces purpura infectieux secondaires, indice d'une tuberculose aiguë, ainsi que notre maître, M. le professeur Gaucher, en a rapporté plusieurs cas.

L'examen histologique a été fait sur un lambeau cutané, prélevé à la jambe quelques heures après la mort.

La peau est dans toute son étendue, le siège d'une inflammation chronique diffuse et atténuée. Cette inflammation chronique se caractérise par :

La présence de petits nodules lymphoïdes ;
L'apparition d'îlots de sclérose ;
La multiplication et l'hyperthrophie des fibro-blastes du derme et de la couche sous-papillaire ;
LA PRODUCTION EN QUANTITÉ CONSIDÉRABLE DE PIGMENT OCRE ;
L'épaississement des parois des vaisseaux sanguins ;
La dilatation de quelques vaisseaux lymphatiques.

Ces phénomènes d'ordre inflammatoire contrastent avec l'absence d'œdème et de migration de globules rouges et de globules blancs hors des vaissaux sanguins. De plus, ils se produisent au-dessous d'un épiderme de constitution simple, exception faite d'une minime quantité de pigment dans une partie des cellules épidermiques.

Les nodules lymphoïdes se développent de préférence, autour des capillaires sanguins et lymphatiques, des artères et des veinules du derme, des bulbes pileux et des glandes sudoripares. Ils sont constitués, suivant la règle, par des cellules lymphatiques logées dans les mailles d'un réseau formé de petites cellules fixes, étroites, anastomosées entre elles

par leurs angles. Sur le bord du réseau cellulaire, court un mince liséré de fibriles conjonctives et élastiques, qui fait défaut en certains points où le reticulum est à l'état cellulaire pur. Une partie des cellules lymphatiques, logée dans les mailles du synetium se transforme en plasmazellen. En certains points, les nodules lymphoïdes sont remplacés par de petits blocs de sclérose nodulaire centrés, soit par un bulbe pileux, soit par un vaisseau sanguin ou lymphatique.

Les fibroblastes des portions de la couche sous-papillaire et surtout du derme, intermédiaires aux nodules lymphoïdes et aux îlots de sclérose, sont plus nombreux que dans les conditions normales, ces éléments sont de plus hypertrophiés, ils ont l'aspect de grandes cellules fusiformes réunies par des prolongements protoplasmiques, qui sont invisibles dans les conditions normales ; la mise en évidence des corps et des expansions protoplasmiques de ces éléments est d'autant plus accusée, qu'un grand nombre d'entre eux sont bourrés de *pigment*.

Le *pigment* se retrouve aussi, soit dans les macrophages, soit dans une portion des cellules de l'épiderme. Les macrophages renfermant le pigment, ne contiennent ni globules rouges, ni polynucléaires. Ces macrophages sont situés, soit entre les fibro-blastes du derme et de la couche sous-papillaire. soit dans les mailles des ilots lymphoïdes. Les cellules épithéliales qui contiennent le pigment, sont essentiellement les cellules basales. Le pigment se présente, soit sous la forme de blocs irréguliers, réfringents, de couleur ocre, soit sous la forme de grains réguliers extrêmement fins, de teinte brun jaunâtre. *Ce pigment est en grande partie au moins du pigment ferrugineux, car sa coloration vire au bleu intense après l'action successive du ferrocyanure de potassium et de l'acide chlorhydrique.* Cette réaction n'a pu être obtenue dans le pigment à grains fins, des cellules basales de l'épiderme.

L'hypertrophie des parois des vaisseaux sanguins intéresse la périphérie de leur tunique, car il n'existe pas d'endovascularité acccusée au moins dans les portions de la peau qui ont été examinées.

Les modifications histologiques que nous venons d'indiquer, bien que diffuses, n'en prédominent pas moins dans les zones correspondant aux taches de la peau.

La pigmentation cutanée est, au reste, manifestement en rapport avec la présence du pigment ocre. Ce pigment est celui qui provient de la transformation de l'hémoglobine des globules rouges en rubigine de Lapicque, quand ces éléments sont incorporés dans les cellules fixes ou les macrophages, lesquels ne sont du reste, ainsi que l'un de nous (Dominici) l'a démontré, que des cellules conjonctives à l'état libre.

La présence du pigment ocre nous donne la signification de l'éruption cutanée. Celle-ci a consisté en un purpura, dont la poussée peut-être diagnos-

tiquée d'une façon rétrospective par la persistance du pigment ferrugineux.

Si les globules rouges font défaut dans la préparation, ainsi que les polynucléaires, c'est parce que la période purpurique était périmée au moment de la mort du sujet. L'absence de phénomènes diapédétiques va, au reste, de pair avec les lésions concomitantes qui sont celles d'un état inflammatoire prolongé sous une forme atténuée, au delà d'une période d'état dont la manifestation essentielle fut, en l'espèce, un purpura.

Ce purpura et le processus histologique qui forme la suite peuvent parfaitement ressortir à une intoxication d'origine tuberculeuse.

M. P. ROSTAINE

Ancien Chef de Clinique de la Faculté à l'Hôpital Saint-Louis,

ET

M. A. DESMOULIÈRES

Chef de Laboratoire de la Faculté à l'Hôpital Saint-Louis (Paris).

URÉMIE MORTELLE CHEZ UN PSORIASIQUE A LA SUITE D'UN TRAITEMENT MERCURIEL PROLONGÉ

— 3 août —

L'intoxication mercurielle d'origine thérapeutique étant à l'ordre du jour de notre Congrès, il nous a paru intéressant de vous rapporter une modalité particulière de cette intoxication qu'il nous a été donné d'étudier.

Nous avons observé, dans le service de M. le Professeur Gaucher, un malade âgé de trente ans, atteint de psoriasis depuis l'âge de onze ans, qui mourut d'une néphrite toxique mercurielle à la suite d'un traitement prolongé institué par erreur de diagnostic.

Chez ce malade, l'intoxication ne fut pas due aux doses exagérées de mercure absorbées ou injectées, mais à l'auto-intoxication chronique préexistante dont son psoriasis n'était qu'une manifestation de défense. En effet, comme le disait le Professeur Gaucher au Congrès de Vienne de 1892 :

> Il faut considérer les maladies de la peau comme des accidents cutanés passagers ou persistants suivant la cause et la durée de cette cause, accidents déterminés par une intoxication aiguë ou chronique...
>
> . . . . . .
>
> Cette intoxication animale ou auto-intoxication est due à l'élaboration vicieuse de la matière azotée de l'organisme.

Dans le cas que nous rapportons, le malade, porteur de lésions rénales

anciennes, d'une néphrite interstitielle, mourut d'une poussée de néphrite subaiguë provoquée par le traitement mercuriel prolongé.

Voici l'observation que nous vous soumettons :

D... Jean, trente ans, employé de commerce, entre à l'hôpital Saint-Louis dans le service du Professeur Gaucher le 26 février 1907.

Il est atteint depuis l'âge de onze ans d'un psoriasis ayant subi des alternatives de guérison et de poussées nouvelles.

Il y a deux ans il se marie. Cinq mois après, il va consulter un médecin pour une nouvelle éruption siégeant principalement sur les mains. Le diagnostic de syphilis fut porté et le traitement mercuriel institué.

Le malade prit du sirop de Gibert pendant cinq mois. Il eut de l'intolérance gastrique avec vomissements et céphalée intense. On substitua alors au sirop de Gibert les injections journalières de benzoate de mercure pendant neuf semaines ; enfin on fit une dizaine de frictions à l'onguent napolitain.

A la fin de ce traitement en décembre 1906, le malade s'aperçut un matin que sa vue avait baissé considérablement ; ses paupières étaient enflées, ainsi que ses malléoles. Le médecin constata alors de l'albumine dans les urines, proscrivit le traitement mercuriel et prescrivit le régime lacté.

Le 15 janvier 1907 D... fut pris dans la nuit de céphalalgie intense avec vomissements et fièvre. Les urines contenaient $4^{gr},44$ d'albumine par litre. La quantité d'urines émises dans les vingt-quatre heures était de 3 litres. On institua la diète hydrique et lactée et après quelques jours le taux de l'albumine s'était abaissé à $1^{gr},50$ par litre, le malade urinant 4 litres dans les vingt-quatre heures. A la fin de janvier, on reprit pendant quatre jours les frictions mercurielles. Après cette tentative le taux de l'albumine monta à $2^{gr},80$, la céphalée et les troubles digestifs reparurent. C'est alors que D... entra à l'hôpital.

Actuellement, il présente une éruption légère de psoriasis siégeant aux coudes, aux avant-bras et aux mains et à l'abdomen. Il n'existe pas d'accident syphilitique et on ne retrouve dans les antécédents aucune raison de penser que D... ait la syphilis.

Il existe des œdèmes légers dans les parties déclives, dans les régions fessières et aux bourses, et on perçoit des râles humides dans toute la hauteur des deux poumons.

D... se plaint de sa vue qui est très faible et l'empêche de distinguer les objets à une distance très restreinte.

Régime lacté absolu.

17 mars. — L'état général est bien meilleur. La céphalée a disparu, le taux de l'albumine est descendu de nouveau à $2^{gr},50$ par litre.

13 avril. — D... demande à quitter l'hôpital ; il suit toujours le régime lacté, n'a pas d'œdème, n'a plus de troubles de la vue ni de céphalée.

9 juillet 1907. — D... rentre à l'hôpital.

Depuis deux jours il souffre d'une céphalée atroce qui empêche le sommeil et lui arrache des cris.

Entré à 10 heures du matin dans le service : il présente à 2 heures après midi une première crise convulsive épileptiforme, puis deux, trois, quatre crises se succédant d'heure en heure ; à 5 heures on fait une saignée de 300 grammes. Les crises convulsives épileptiformes avec perte de connaissance se renouvellent d'heure en heure jusqu'au lendemain matin à 1 heure.

10 juillet. — État vertigineux, mâchonnement, marmottement. Céphalée intense, rougeur de la face, pouls tendu, pas de myosis. On ne trouve pas trace d'œdème.

On applique trois sangsues derrière chaque oreille, on prescrit un lavement purgatif et la diète hydrique.

11 juillet. — Amélioration. Urines claires et abondantes, mais albumine en quantité élevée : 11 grammes par litre.

12 juillet. — Le malade se sent mieux, la céphalée a diminué.

13 juillet. — L'albumine est moins abondante, 2gr,95 par litre. La céphalée a encore diminué.

15 juillet. — Épistaxis de la narine droite, peu abondante, mais persistant toute la journée et une partie de la nuit. On ne fait rien pour l'arrêter.

16 juillet. — L'épistaxis a cessé spontanément.

17 juillet. — Reprise de l'épistaxis qui devient plus abondante. On fait un tamponnement.

19 juillet.— Saignée de 300 grammes et injection de sérum de 500 grammes.

22 juillet. — Les injections de sérum, à la dose de 250 grammes, sont continuées chaque jour. Le malade va un peu mieux et n'a plus de céphalée.

L'éruption de psoriasis a complètement disparu.

24 juillet. — Urines moins abondantes. — Saignée de 200 grammes.

25 juillet. — Vomissements fréquents. Céphalée. Malaise général. Il n'y a toujours pas trace d'œdème.

27 juillet. — Même état ; persistance des vomissements. Le malade est toujours dans un état de torpeur profonde.

30 juillet. — Anurie presque complète. Vomissements. Secousses musculaires et tendineuses. Ébauche de crises convulsives, sans perte de connaissance.

31 juillet. — Même état. L'anurie persiste.

1er août. — Les urines sont émises à nouveau : 300 grammes dans les vingt-quatre heures.

2 août. — Amélioration. Plus de céphalée mais sensation de nausée très marquée. Le malade prend cependant un litre de lait et une livre de raisin. Urines plus abondantes, un litre environ.

4 août. — Amélioration. Le malade semble s'éveiller et n'a plus de vomissements.

6 août. — Même état.

9 août. — Épistaxis très abondante, de 250 grammes à peu près. Agitation très marquée toute la nuit. Le matin, torpeur et abattement beaucoup plus marqués que ces derniers jours.

11 août. — Les vomissements sont presque constants. La torpeur et l'état de souffrance générale sont très marqués.

13 août. — Même état. Saignée de 200 grammes. Le malade semble s'améliorer. La céphalée est moins marquée. Il peut garder un litre de lait à peu près.

15 août. — Même état.

16 août. — Le malade est plus mal. Il se plaint de gêne respiratoire. Il n'a pas de Cheyne-Stokes ni de symptômes pulmonaires. On ne trouve pas trace d'œdème. Il vomit constamment toute la journée.

17 août. — D... n'a pas dormi ; il s'est plaint et a crié une partie de la nuit. Il a une gêne respiratoire intense sans rythme de Cheyne-Stokes.

Il meurt à 3 heures après midi, sans secousses musculaires ni convulsions.

La gêne de la respiration et cette sensation de malaise général indéfinissable propre à l'azotémie ont été les symptômes marquants de la période terminale.

Autopsie. — Cœur énorme avec hypertrophie du ventricule gauche qui est encombré de caillots. Pas de lésions orificielles. Poids : débarrassé des caillots, 400 grammes.

Péricarde non adhérent ni épaissi contenant à peu près 60 grammes de liquide citrin.

Poumon : normal.

Foie : 1.720 grammes ; d'aspect normal.

Rate : 170 grammes, dure.

Reins : gauche, 73 grammes.

— droit, 69 grammes.

— petits, congestionnés, se décortiquant très difficilement. Substance corticale très atrophiée.

EXAMEN MICROSCOPIQUE DES ORGANES

Rein. — On reconnaît, sur la coupe, des lésions de deux ordres : les unes anciennes, les autres récentes.

1° *Lésions anciennes.* — Ilots de sclérose tellement confluents qu'on ne peut y trouver que difficilement des régions relativement indemnes et encore, dans celles-ci, les tubes sont-ils séparés par du tissu conjonctif en quantité supérieure à la normale. Au milieu des plaques fibreuses, glomérules fibreux. Pas de glomérules normaux, les moins touchés sont eux-mêmes entourés d'une gangue fibreuse très épaisse. Les artères ont les parois épaissies.

2° *Lésions récentes.* — La plupart des tubes contournés sont emplis par une masse granuleuse de couleur foncée constituée par du sang ; on remarque quelques cylindres hyalins ; les cellules épithéliales se colorent pour la plupart normalement, excepté en certains points où le noyau est invisible ; enfin il existe de l'infiltration embryonnaire par places sans systématisation.

En somme, nous avons constaté des lésions de néphrite aiguë sur un rein scléreux.

Capsules surrénales. — Normales. Pas d'adénomes.

Foie. — Pas de sclérose.

Infiltration embryonnaire diffuse de certains espaces porte. Quelques nodules inflammatoires dont l'un est nettement entouré de cellules hépatiques nécrosées.

Rate. — Normale.

Nous avons suivi, de façon journalière, les variations de l'élimination urinaire de notre malade. La pauvreté des éléments extractifs, la présence d'albumine et l'abaissement du Δ ont été les caractères dominants que nous avons notés. Cependant il est intéressant de signaler que, les jours qui ont suivi les saignées, le Δ s'est élevé, l'albumine a diminué et cela à la suite des quatre saignées que nous avons pratiquées.

Ce qui est encore fort intéressant, c'est qu'à aucun moment de notre observation nous n'avons pu trouver de rétention chlorurée. Le rein a toujours laissé passer la quantité de chlorure ingérée, ce qui, d'ailleurs, correspond à l'absence d'œdèmes et de symptômes de chlorurémie.

Nous avons analysé le sérum sanguin des quatre saignées pratiquées. Voici le résultat de ces analyses :

Saignée du 18 juillet 1907. — Sérum légèrement opalescent, moins coloré que normalement.

Matières minérales	9gr,460 pour 1000.
Cendres solubles	8gr,010 —
Cendres insolubles	1gr,450 —
Chlorures (en NaCl)	5gr,440 —
Chlore (des chlorures)	3gr,301 —
Phosphates (en P^2O^5)	0gr,527 —
Sulfates (en SO^4H^2)	0gr,137 —
Recherche de l'acide urique	présence nette.
Urée	5gr,430 pour 1000.
Point de congélation	$\Delta = -0^o,73$.

Saignée du 24 juillet 1907. — Sérum jaune pâle opalescent.

Chlorures (en NaCl)	4gr,826 pour 1000.
Chlore (des chlorures)	2gr,928 —
Acide urique	présence très nette.
Urée	4gr,673 —
Point de congélation	$\Delta = -0^o,695$.

Saignée du 1er août 1907 :

Chlorures (en NaCl)	4gr,460 pour 1000.
Chlore (des chlorures)	2gr,698 —
Acide urique	présence très nette.
Urée	4gr,387 pour 1000.
Point de congélation	$\Delta = -0^o,67$.

Saignée du 12 août 1907 :

Chlorures (en NaCl)	4gr,504 pour 1000.
Chlore (des chlorures)	2gr,733 —
Acide urique	présence très nette.
Urée	4gr,221 pour 1000.
Point de congélation	$\Delta = -0^o,705$.

Le dosage de l'urée dans le sérum a été fait par épuisement à chaud à l'aide de l'alcool et évaporation des liqueurs alcooliques obtenues. Le résidu repris par l'eau a été traité, en présence de l'acide chlorhydrique, par l'acide phophotungstique, et c'est sur la solution obtenue par filtration qu'a été effectué le dosage de l'urée par décomposition à l'aide d'hypobromite de soude.

Comme on peut en juger d'après ces analyses, il était impossible que notre malade survécût à une crise d'urémie au cours de laquelle son sérum sanguin contenait 5gr,43 d'urée par litre. Ce chiffre énorme, très voisin du chiffre de 5gr,85 le plus élevé connu, signalé par von Jaksch, était d'un pronostic fatal. En effet, comme le dit Widal : « L'excès de l'urée dans le sang des brightiques ne peut dépasser certaines limites. L'organisme, en général, ne saurait guère tolérer longtemps plus de 5 grammes d'urée par litre dans le sang. Un des chiffres les plus élevés qui aient été rencontrés est

celui de 5gr,85 trouvé par von Jaksch. Les quantités les plus fortes que nous avons notées pour notre part oscillent entre 4 et 5 grammes. »

Les saignées répétées amenèrent un léger abaissement du chiffre de l'urée primitivement observé, mais sans bénéfice notable pour l'état général du malade.

A la présence de l'urée, en quantité élevée dans le sang, correspondait en clinique le tableau de l'azotémie si bien décrit par Widal.

Enfin, il est, dans cette observation, capital de noter les résultats de l'examen histologique. On peut voir que, sur un terrain de néphrite interstitielle ancienne, sont venues se greffer des lésions de néphrite aiguë. On peut remarquer également que, du côté du foie, l'intoxication mercurielle est venue se révéler par des zones de nécrose cellulaire.

Ces faits montrent l'évidence de l'opinion soutenue depuis vingt ans par notre maitre, M. le professeur Gaucher, à savoir que le psoriasis n'est qu'une manifestation d'une auto-intoxication chronique et que:
les psoriasiques terminent souvent leur existence par l'artério-sclérose et ses conséquences : néphrite interstitielle, thromboses et embolies cérébrales.

Dans le cas que nous venons d'avoir l'honneur de vous rapporter, l'intoxication mercurielle a précipité l'urémie mortelle à laquelle le malade était destiné par l'existence de sa néphrite interstitielle.

M. MASOTTI

(Bologne).

TRAITEMENT DES DERMATOSES PAR LA PETITE CHIRURGIE ET LES AGENTS PHYSIQUES

— 3 août —

INTRODUCTION

Ce travail peut se diviser en quatre chapitres :

1° Radiumthérapie, Rayons X, Électricité des naevi, cicatrices, rhinophyma;

2° Traitement particulier du chloasma, des éphélides, du lentigo et autres pigmentations anormales;

3° Nouveau traitement et nouvelle instrumentation contre l'acné;

4° Traitement des difformités nasales et de certaines rides.

Je n'ai pas cru devoir aborder l'exposé de certaines opérations chirurgicales (intéressantes cependant en elles-mêmes), comme par exemple tels ou tels procédés d'autoplastie. Cette partie de l'art ne s'adresse, en effet, qu'au dermatologiste, lequel généralement ne réunit pas les conditions requises pour faire de la chirurgie proprement dite.

Nous nous limiterons donc, intentionnellement, aux traitements qui

relèvent de la petite chirurgie dermatologique, n'exigent ni aides, ni installations spéciales et peuvent être appliquées sans la collaboration étrangère par le seul praticien quelque peu au courant de sa spécialité.

Parmi les méthodes que nous allons exposer, les unes, dont l'originalité n'est pas contestable, nous sont strictement personnelles; les autres ne sont que des perfectionnements de procédés déjà connus.

La plupart des observations que nous avons l'honneur de vous soumettre, ont été déjà présentées à diverses Sociétés médicales de Paris. Je me suis borné ici, à les grouper et à les coordonner de façon à pouvoir commander une certaine vue d'ensemble.

Je serais injuste si je n'adressais pas le tribut de ma gratitude à mon cher et savant maitre le Professeur Gaucher, pour les précieux enseignements que j'en ai reçus, soit à son cours assidûment suivi, soit dans ses conférences et ses consultations.

Je ne crains pas de répéter ici, ce que j'ai eu déjà l'occasion de dire souvent ailleurs : à savoir, que c'est à Paris que l'on peut se rendre le compte le plus exact de ce qu'est la dermatologie et nous initier à toutes les subtilités de cette science si complexe. Tout ce que, pour ma part, j'ai appris, tout ce que je crois savoir en pareille matière, je le dois au Professeur Gaucher.

I° TRAITEMENT DES NAEVI, CICATRICES ET RHINOPHYMA

Parlons d'abord du traitement des naevi (envies, taches de vin, etc.), qui défigurent souvent les plus jolis visages et désespèrent surtout les femmes affligées de naissance par ces étranges lésions vasculaires.

Contre les naevi, l'électrolyse a parfois donné de bons résultats, mais c'est un procédé assez douloureux et qui laisse des cicatrices rarement souples et lisses. Les rayons X peuvent, sans réaction cutanée, décongestionner les tissus et oblitérer les vaisseaux, mais c'est un procédé inconstant et infidèle, totalement impuissant contre les naevi pigmentaires (taches) si disgracieux pourtant.

De plus, la rœntgénisation ne met pas à l'abri de cicatrices visibles.

Le radium nous paraît être le traitement de choix dans certains naevi. Il faut l'appliquer à doses fortes, mais sans dépasser le maximum utilisable de rayonnement.

En général, on peut dire techniquement qu'un appareil donnant 80 0/0 de rayons α, 18 0/0 de rayons β et 10 0/0 de rayons γ, peut être appliqué pendant trois heures sans péril, mais la durée varie toutefois suivant le cas à traiter : question d'expérience et de pratique assidue.

Les naevi saillants, bleuâtres, sont le triomphe de la méthode, ils laissent après le traitement une trace cicatricielle insignifiante que l'on a grand'peine à distinguer de la peau normale. Les naevi rosés sont moins

favorables : leur traitement doit être plus long, plus énergique, les racines étant plus profondes. Le malade doit être prévenu qu'il se formera des érythèmes, des croûtes.

Les naevi pigmentaires donnent de belles guérisons, leurs poils tombent sans repousse ultérieure. Mais il faut prolonger les applications et ne pas redouter une certaine réaction phlegmoneuse.

Lorsque cela est possible, ce sont les petites doses de radium, souvent répétées, qui donnent les meilleurs résultats.

Il ne faut jamais enlever les croûtes, mais les traiter par un pansement émollient et adoucissant : ouataplasme de Langlebert ou cataplasme d'amidon boriqué.

Nous ne sommes pas partisan du traitement par le radium des naevi du cuir chevelu.

Les cicatrices vicieuses et les tumeurs cicatricielles (dénommées kéloïdes ou chéloïdes) sont aussi justiciables de la radiumthérapie, bien préférable aux scarifications qui sont toujours longues et douloureuses. Nous avons pu, en très peu de temps, faire disparaitre, sans retour, des chéloïdes de la grandeur d'une pièce de un franc. On obtient des succès dans toutes les variétés de cicatrices : brûlures souvent horribles à voir, cicatrices de ganglions suppurés trahissant un tempérament scrofuleux, véritables tares dont on débarrasse miraculeusement des personnes jusqu'alors inconsolables.

Le radium ou les rayons X, après scarification préalable, ont donné également de remarquables résultats, dans un laps de temps très court.

Nous avons même essayé un traitement mixte, c'est-à-dire un traitement fusionné de radium et de rayons X. Pour pouvoir combiner ces deux traitements, il faut faire les applications de rayons X une fois que la croûte due au radium est tombée ; ou bien, pendant le traitement par le radium, interposer des écrans de façon à empêcher les réactions du côté de la peau.

Le rhinophyma est une tuméfaction chronique de l'appendice nasal, mélange d'acné et de dilatation vasculaire avec infiltration profonde du derme et hypertrophie irrégulière ou en masse des tissus atteints. Le nez subit une déformation mollasse ou indurée, rouge ou violacée, avec dilatation vasculaire, orifices folliculaires dilatés et béants, d'où la pression expulse des comédons volumineux.

Contre cette affection si pénible à tous égards, on employait, jusqu'ici, les scarifications, les pointes de feu, la décortication chirurgicale, etc. Scarifications et caustiques sont d'une lenteur décourageante. L'électrolyse négative est un peu moins lente, mais assez douloureuse. L'intervention chirurgicale nécessite l'anesthésie générale, elle entraine parfois des hémorragies considérables, mais faciles du reste, à arrêter ; on peut arriver à obtenir des résultats assez heureux.

Pour le rhinophyma, le traitement par le radium est rapide et donne de belles cicatrices ; cela ne nous empêche pas de reconnaître la haute valeur de la chirurgie pour les personnes qui peuvent supporter l'anesthésie générale.

Le radium ou les rayons X, après scarifications, peuvent donner aussi de bons effets. Le radium combiné aux rayons X, de la façon indiquée pour les cicatrices, peut, en très peu de temps, diminuer le rhinophyma le plus considérable.

Sur le lupus, le radium semble donner de meilleurs résultats si on l'emploie après scarifications ou bien si on l'emploie en combinaison avec les rayons X.

Il va sans dire que ces traitements combinés sont très délicats, qu'il faut agir avec une extrême prudence et posséder une connaissance profonde, acquise par une longue pratique, pour appliquer sûrement l'un et l'autre de ces traitements (1).

BIBLIOGRAPHIE

Traitement des angiomes :

Communication faite à la Société Médicale des Hôpitaux par le Dr Masotti (travail fait dans le service du Dr Danlos à l'Hôpital Saint-Louis).

Bulletins et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux de Paris, n° 4, 1908. — *Presse Médicale*, n° 11, 1908. — *Gazette des Hôpitaux*, n° 14, 1908.

Traitement des naevi pigmentaires :

Communication faite par le Dr Masotti à la Société Médicale des Hôpitaux (travail fait dans le service du Dr Brocq à l'Hôpital Saint-Louis).

Bulletin et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux, n° 7, 1908. — *Presse Médicale*, n° 17, 1908. — *Gazette des Hôpitaux*, n° 23, 1908. — *Journal des Praticiens*, n° 9, 1908.

2° TRAITEMENT PARTICULIER DU CHLOASMA, DES ÉPHÉLIDES ET AUTRES PIGMENTATIONS DUES AU RADIUM SCARIFICATEURS NOUVEAUX

Les traitements jusqu'ici usités contre les taches de rousseur (éphélides, chloasma, lentigo, etc.) se divisent en deux classes : les illusoires et les actifs.

Les illusoires (lotions boratées, lait au sulfate de zinc, etc., etc.) n'agissent que trop superficiellement. Tout au plus, peut-on les conserver contre le hâle, le masque de grossesse et autres pigmentations qui tendent à disparaître naturellement.

Il n'en est pas de même du lentigo et des éphélides véritables. Ces macules siégeant sous l'épiderme, dans le corps muqueux de Malpighi, il est indispensable de faire peau neuve pour les faire disparaître. De là, les traitements actifs, irritants, la méthode antéphélique de Hardy, la cure de

(1) Nous tenons à remercier, ici, nos maîtres, MM. les docteurs et professeurs Danlos, Brocq et Balzer pour l'hospitalité qu'ils ont bien voulu nous accorder dans leurs services, et que MM. les docteurs Lenglet et Pestell veuillent bien aussi recevoir nos remerciements.

Kaposy, avec le sublimé au 1/100e, le traitement par écorchement de Unna, les badigeonnages d'acide phénique ou salicylique, de savon noir, de résorcine.

Ces traitements irritants sont souvent brutaux et dépassent le but proposé; ils produisent des érythèmes, des phlyctéries et autres réactions cutanées d'autant plus vives que les sujets atteints de taches de rousseur, ont le plus souvent la peau très fine et très vulnérable.

Par notre méthode personnelle de scarifications fines et rapprochées, faites à cinq jours d'intervalle, on obtient la guérison en une vingtaine de jours — trois ou quatre séances. — La scarification provoque un renouvellement et une invigoration spéciale de l'épiderme.

Ajoutons que ce traitement met plus que tout autre à l'abri de récidives.

Pour faciliter les scarifications et les rendre pour ainsi dire mathématiques, nous avons, en nous inspirant de celui de Vidal, fait construire par la maison Chazal deux sortes de scarificateurs; le premier est à double tranchant.

Par ce fait que les lames sont presque linéaires, une grande partie du tranchant se trouve en contact avec la peau, de cette manière, la coupe se maintient en bon état, condition indispensable pour aboutir à une bonne scarification.

L'autre scarificateur est muni d'un manche qui en rend la manipulation facile, jusqu'à permettre au malade de se scarifier lui-même (1).

BIBLIOGRAPHIE

Traitement du chloasma et autres pigmentations :

Communications nouvelles faites à la Société Médicale des Hôpitaux, avec présentation de malades, par le Dr Masotti (travail fait dans le service du Professseur Balzer à l'Hôpital Saint-Louis).

Bulletins et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux de Paris, n° 6, 1908.
Presse médicale, n° 15, 1908. — *Journal des Praticiens*, n° 8, 1908.
La Médecine moderne, n° 9, 1908. — *Le Progrès médical*, n° 8, 1908.
Dermatologisches Centralblatt, n° 8, 1908.
La Semaine médicale, n° 8, 1908.
Annales de Dermatologie et Syphiligraphie, n° 7, 1908.

3° L'ACNÉ — INSTRUMENTATION NOUVELLE — NOUVEAU TRAITEMENT

Notre but, dans ce chapitre, est de vous présenter d'abord un extracteur de comédons et ensuite un traitement dont une heureuse pratique nous a démontré les avantages incontestables.

En ce qui concerne l'extracteur des comédons, nous pourrions passer en revue les divers instruments qui ont été imaginés et même construits; voici en quelques mots leurs inconvénients communs:

(1) Nous remercions nos maîtres MM. les professeurs Gaucher et Balzer pour les bienveillantes facilités qu'ils ont bien voulu nous accorder à l'Hôpital Saint-Louis.

La douleur. — Elle vient de ce fait que (en prenant pour type la clef de montre ordinaire) on a toujours fabriqué des instruments rigides. Ce qu'il importe de réaliser, c'est un gonflement périphérique préalable des tissus ambiants, suivi d'une compression centripète graduelle et régulière tout autour du comédon.

L'extracteur que nous avons fait construire par la maison Chazal réalise les principes que nous venons de vous exposer, et il se compose :

1° de l'extracteur des comédons proprement dit;
2° d'une spatule évidée en son centre.

L'extracteur des comédons proprement dit se caractérise par une particularité à laquelle nous attachons une grande importance:

Grâce à un ressort placé à l'intérieur, la pression s'exerce d'une façon progressive, la douleur alors est infiniment moindre qu'avec une tige rigide. L'extrémité fixe de l'appareil constitue une sorte d'anneau dont le but est de comprimer les tissus avoisinants.

Cette compression est singulièrement aidée par le gonflement préalable dont nous avons indiqué le mécanisme.

L'extracteur de comédons, considéré isolément, présente déjà un double avantage sur ses congénères : d'abord, il n'est pas douloureux, ensuite, par la compression péricomédonienne qu'il réalise, on peut mener à bien l'extraction des comédons même les plus difficiles.

Nous devons ajouter qu'il est d'un nettoyage facile après ouverture des deux extrémités ; enfin, on peut l'appliquer à tous les comédons quels qu'ils soient.

Exposons maintenant le traitement local de l'acné polymorphe, tel que nous l'avons mis en pratique avec succès.

Ce traitement consiste essentiellement dans l'emploi systématique et combiné de trois éléments curatifs :

1° des scarifications (faites avec notre scarificateur);
2° d'un massage spécial ;
3° de l'eau très chaude (appliquée sous forme de double courant au moyen d'un appareil *ad hoc*).

Nous avons essayé sur la même personne comparativement, soit le traitement par les seules scarifications, soit le traitement combiné tel que nous venons de l'exposer. C'est à la suite de cette étude comparative faite sur divers points de la dermatose que nous avons cru devoir préconiser notre traitement.

Le massage adopté n'est pas le massage banal, superficiel, c'est un massage puissant et vigoureux, capable de dégraisser entièrement la peau par expression des glandes sébacées.

Après chaque massage, nous administrons au patient une douche faciale d'eau chaude (aussi chaude que le sujet la peut supporter) à l'aide

d'un dispositif *sui generis*, très simple, permettant de prolonger le contact de l'eau avec la peau pendant une quinzaine de minutes ; grâce à cette triplice thérapeutique, nous avons pu réaliser des cures véritablement intéressantes.

Nous n'avons pas l'intention de passer en revue toutes les pommades que nous avons essayées, à base de soufre, savon noir, acide salicylique, résorcine, etc... qui donnent parfois de bons résultats, mais peu durables, mais nous ne pouvons passer sous silence les bons résultats qu'on peut obtenir par une pommade dont la formule est due à notre maître le professeur Gaucher, connue à l'Hôpital Saint-Louis, sous le nom de pommade contre l'eczéma et qu'on emploie très efficacement contre la forme subaiguë et chronique de cette affection et contre le psoriasis.

BIBLIOGRAPHIE

Communication faite par le Dr MASOTTI à la Société Française de Dermatologie et Syphiligraphie de Paris (avec présentation de malades).
Travail fait dans le service du professeur BALZER, à l'Hôpital Saint-Louis.
Bulletin de la Société Française de Dermatologie et Syphiligraphie de Paris, n° 7, 1908.
La Presse médicale, n° 56, 1908.
Le Courrier médical, n° 29, 1908.

4° LA PROTHÈSE PAR LES INJECTIONS DE PARAFFINE FROIDE RAMOLLIE SOUS PRESSION

Il n'est pas douteux aujourd'hui, pour les médecins au courant de la question, que la Prothèse, par les injections de paraffine, ne soit définitivement classée comme l'une des plus ingénieuses conquêtes de la chirurgie moderne.

Sans doute, au début, le principe de Gersuny, mal compris et mal appliqué par des opérateurs imprudents et dotés d'un matériel primitif causa de nombreuses et regrettables alertes. Si cette méthode n'avait pas eu d'avenir, elle aurait dû sombrer sous l'avalanche des critiques et des sarcasmes que ses débuts malheureux provoquèrent dans le monde médical et le grand public.

Résister à de tels orages, est un critérium du réel mérite que l'on porte en soi et un brevet de longue vie.

Laissant glapir les détracteurs envieux et méprisant les considérations plus littéraires que scientifiques de fantaisistes vulgarisateurs, la méthode primitive reconnut ses torts, fit amende honorable et se perfectionna *dans l'art de bien faire*.

Ses efforts furent récompensés et la substitution définitive de la paraffine (méthode d'Eckstein) à la vaseline (méthode de Gersuny) la réhabilita tout aussitôt aux yeux des médecins et du public.

Car, on ne peut le nier, l'engouement irraisonné qui provoqua les accidents du début fut dû aux opérateurs imprudents que l'ingéniosité et la

simplicité de l'intervention avaient séduits, et au grand public que ses résultats mirifiques avaient étonné au point de lui faire espérer la disparition de toutes les petites imperfections physiques jusque-là incurables.

La méthode d'Eckstein contribua puissamment à réhabiliter la prothèse esthétique.

En effet, la consistance et la solidification instantanées de ce nouvel agent prothétique devaient supprimer radicalement toutes les alertes signalées autrefois.

Plus d'embolies, plus d'émigrations vagabondes et plus de résorption. C'était la sécurité pleine et entière!

D'autre part, les corrections passagères obtenues jadis avec des vaselines trop fluides, devenaient dorénavant parfaitement stables et immuables.

Malheureusement, ce qui fit le mérite de la méthode d'Eckstein fut aussi la cause de son impopularité, car la substitution de la paraffine, tout en apportant une sécurité entière, rendit la technique primitive compliquée et difficultueuse.

L'observation indispensable de toutes les minutieuses précautions qui constituaient cette technique, la célérité avec laquelle il fallait opérer sous peine d'insuccès, firent de cette prothèse une intervention très aléatoire, que seuls pouvaient espérer réussir les professionnels de la méthode.

D'autre part, l'introduction dans les tissus d'une substance qui ne restait liquide qu'à une température de 60 degrés provoqua entre des mains inexpérimentées des accidents assez nombreux.

Le principe même de la méthode d'Eckstein et la difficulté de sa technique laissaient donc encore aux débutants et aux maladroits un vaste champ d'applications à leurs expériences malheureuses.

La paraffine, en raison de ses avantages et de la sécurité qu'elle apportait, détrôna cependant à tout jamais la vaseline, mais il restait à retrouver une technique simple et une instrumentation pratique pour que tous puissent en tirer facilement parti.

Nous avions construit, en même temps que Melzi, une seringue, mais nous nous sommes servi de la seringue et de la méthode du Dr Lagarde, dont nous vous entretiendrons quelques instants.

INJECTIONS DE PARAFFINE A FROID (MÉTHODE DE LAGARDE)

Afin d'obvier à tous les inconvénients que présentent les méthodes dont nous vous avons parlé plus haut, le Dr Lagarde, de Paris, proposa d'introduire la paraffine à froid dans les tissus (1).

Pour obtenir ce résultat, au lieu de la faire fondre, on la ramollit par compression, à l'aide d'un instrument spécial imaginé par l'auteur.

(1) Technique et instrumentation nouvelles pour les injections de paraffine à froid (communication faite à l'Académie de Médecine, le 1er mars 1904, à la Société Médicale des Hôpitaux, le 12 mars 1904, et à la Société de Médecine de Paris, le 23 mars 1904.

Cette nouvelle technique est, à coup sûr, la plus simple, la plus rationnelle et la plus inoffensive, elle devait imposer d'une façon définitive la *Prothèse paraffinique nasale et esthétique.*

1° La paraffine est introduite à froid. — Cette particularité constitue le principe même de la méthode et en fait le principal mérite.

Il est, en effet, une indication physiologique importante que semblaient ignorer les autres procédés, c'est qu'un liquide injecté dans les tissus à une température élevée amène, dans toute la région intéressée, la coagulation des albumines du sang, des troubles cellulaires et circulatoires.

Aussi, avec la prothèse froide, ne saurait-il dorénavant être question de brûlures, d'escarres, d'œdèmes, de douleur ou de thrombophlébites, etc.

2° La paraffine ramollie à froid sous pression mécanique pénètre dans les tissus à l'état pâteux et non plus à l'état liquide. — Cette semi-consistance lui interdit toute excursion intempestive dans les tissus lâches qui avoisinent la région à restaurer : elle ne saurait davantage pénétrer dans un vaisseau et être transportée au loin par le torrent circulatoire.

Enkystée rapidement par le tissu conjonctif refoulé à sa périphérie, elle se trouve fixée, enclavée, maintenue à tout jamais, de telle sorte qu'aucun attouchement extérieur, aucune pression de voisinage ne saurait la déplacer dans l'avenir.

3° L'instrumentation qui permet de ramollir instantanément la paraffine et de l'inclure à froid dans les tissus supprime du même coup la difficulté opératoire et toutes les complications des anciens procédés.

A titre de document, nous donnons la description de la nouvelle seringue du Dr Lagarde qui vient d'être publiée dans *La Clinique* (19 juin 1908).

SERINGUE DU Dr LAGARDE

DESCRIPTION

A. — Seringue filetée aux deux extrémités. La partie supérieure I reçoit les aiguilles droites ou courbes selon les prothèses à exécuter (ozène ou difformités externes). La partie inférieure H se bloque dans la branche immobile du manche.

B. — Branche immobile du manche. Tous les détails de construction qu'elle présente concourent au seul but qu'elle doit avoir, c'est-à-dire servir de point d'appui.

C. — Partie active et motrice de l'instrument. Levier dont la partie supérieure, branche E, est recourbée et forme un angle droit avec la partie C.

Le sommet de cet angle droit est mobile dans l'articulation K. Tout déplacement horizontal de la partie C du levier donne à l'extrémité L de la branche E un déplacement vertical proportionnel.

Dans ce mouvement, le piston D subit un déplacement de bas en haut égal à celui de l'extrémité L.

D. — Piston à deux crémaillères : l'une extérieure, visible sur le dessin, sert

de point d'appui au cliquet d'engrènement vissé sur la petite branche E du levier G ; l'autre postérieure, invisible, reçoit un petit cliquet situé en H, pour éviter le retour du piston.

F. — Petite fourche servant de guide au piston.

J. — Ergot de soutien.

QUALITÉS DE L'INSTRUMENT

1° Possibilité de le manier facilement de la main droite seule, pendant que la gauche tient un spéculum, dans le traitement du coryza atrophique, ou modèle la paraffine dans les prothèses externes.

2° Vision complète et directe du champ opératoire en raison de la déclivité du dispositif.

3° Stabilité parfaite de l'instrument. Immobilité complète de l'aiguille à son extrémité, la seringue faisant corps avec la branche immobile de l'instrument.

4° Maximum de force, pour ramollir la paraffine, obtenue avec le minimum d'efforts et une immobilisation complète.

5° Maniabilité de l'instrument dans toutes les positions, permettant de l'utiliser dans les différentes prothèses, soit externes, soit internes, avec des aiguilles appropriées.

6° Simplicité du mécanisme, qui se retrouve dans toutes les manœuvres d'asepsie, de démontage et dans la technique opératoire.

Depuis près d'un an et demi nous avons appliqué la méthode et l'instrumentation du Dr Lagarde et dans toutes nos interventions, nous n'avons obtenu que de parfaits résultats.

Tout dernièrement, nous avons accompagné notre travail de candidature comme Membre correspondant étranger de la Société de Médecine de Paris (1) d'une présentation de moulages et de malades qui avaient été opérés par ce procédé.

L'intérêt soulevé dans ce milieu scientifique, par cette présentation, m'a incité à venir soumettre à votre judicieuse appréciation quelques moulages et photographies.

Les observations de ces cas étant sans grand intérêt, je ne vous les rapporterai pas ; il vous suffira d'abord de jeter les yeux sur ces pièces démonstratives, pour être, espérons-nous, favorablement impressionnés en faveur d'un procédé qui peut amener de pareils résultats, instantanément, sans douleur et d'une façon durable.

Dans un siècle où l'esthétique est un coefficient avec lequel il faut souvent compter, il n'est pas indifférent pour le médecin d'avoir à sa portée un procédé simple et facile pour remédier aux difformités inesthétiques traumatiques, naturelles ou chirurgicales qui souvent pour le porteur sont une réelle infériorité sociale.

Il est, en particulier des difformités qui, par leurs caractères typiques et constants, sont comme une signature, une marque indélébile, qui divulgue

(1) *Bulletin et Mémoires de la Société de Médecine de Paris*, n° 9, 8 mai 1908. — *Presse Médicale* n° 39. — *Gazette des Hôpitaux*, n° 57.

aux yeux de tous la tare physiologique dont certains individus sont atteints ; ce sont précisément ces difformités, contre lesquelles la chirurgie est désarmée, qui sont le triomphe de cette prothèse.

Je vous ai décrit les différentes étapes de la méthode de Gersuny, avant d'arriver à son degré de perfection actuel ; je vous ai donné la description du procédé et de l'instrumentation qui est, à coup sûr, la plus sûre et la plus rationnelle ; vous avez vu par vous-mêmes quels peuvent être les résultats de cette prothèse quand elle est appliquée avec prudence et sagacité ; je vous donnerai maintenant quelques indications concernant la technique de cette méthode.

Tout d'abord, la première des précautions à prendre est de bien examiner si la difformité est tributaire de la prothèse paraffinique et si l'intervention pourra donner quelques résultats.

Trop souvent, en effet, des cas contre-indiqués ou inopérables ont donné des insuccès qui contribuent à discréditer la méthode.

Quelquefois, des adhérences cicatricielles pourraient empêcher la paraffine de soulever la peau : il faut, dans ce cas, détruire ces brides cicatricielles à l'aide de ténotomes très fins, ou les assouplir, soit par le massage, soit par des injections de fibrolysine ou de thiosinamine.

L'intervention étant peu douloureuse, on pourrait, à la rigueur, la faire sans anesthésier la région.

On le fait généralement pour calmer les appréhensions des sujets pusillanimes et pour obtenir leur immobilisation parfaite.

Dans le cas d'anesthésie, il faut employer une solution cocaïnique assez forte et n'en injecter que quelques gouttes ; si l'on employait une solution trop faible, il faudrait, pour obtenir le même effet, employer une quantité de liquide trop grande qui déformerait l'aspect de la région à restaurer.

L'opérateur peut se faire aider, surtout dans les débuts. Dans ce cas, l'aide placé derrière le malade, appuie fortement avec l'index de l'une et l'autre main sur les ailes et la racine du nez. De cette façon, il limite le champ d'action de la substance prothétique et l'empêche de fuser dans les régions voisines.

Si le chirurgien opère seul, il soutient un pli de la peau entre le pouce et l'index de la main gauche, enfonce son aiguille dans le tissu cellulaire sous la difformité à réparer et y fait pénétrer lentement la quantité de paraffine ramollie qu'il juge nécessaire à la restauration.

Pendant que cette paraffine pénètre dans les tissus, il doit la diriger et la modeler.

La piqûre doit être assez éloignée du point d'élection où la paraffine sera déposée à la pointe du nez si possible.

Faite dans des conditions sévères d'asepsie, de prudence et de sagacité, la prothèse par les injections de paraffine froide, ramollie sous pression

d'après la méthode du Dr Lagarde, ne peut donner que d'excellents résultats dont je viens de vous donner quelques beaux spécimens.

Nous avons opéré par ce procédé des difformités nasales d'origine congénitale, pathologique ou traumatique. Dans tous ces cas, nous avons obtenu des corrections parfaites.

La même intervention est applicable aux dépressions naso-géniennes (sillon naso-génien) qui viennent à la suite de vieillesse ou d'amaigrissement.

M. G. PERRIER

SUR LE MODE D'ACTION DES PURGATIFS SALINS

— 3 août —

D'après des recherches récentes de Traube (*Pfluger's Archive*, 1905), la différence de tension superficielle détermine la direction et la vitesse de l'osmose.

Lorsqu'une membrane sépare deux liquides de tension superficielle différente, le liquide dont la tension est la plus faible, seul, traverse la membrane. Ainsi, si l'on sépare par une paroi semi-perméable de l'eau d'une solution de sucre cristallisé, l'eau passe à travers la paroi ; si, au contraire, la paroi semi-perméable sépare de l'eau d'une solution d'alcool ou d'éther, liquides à basse tension, c'est le dernier liquide qui, cette fois, traverse la paroi ; il ne saurait donc être question, ici, de pression osmotique.

Ce n'est pas la semi-perméabilité de la membrane qui est la cause de cette divergence, c'est la différence de pression de surface.

La pression osmotique n'agit donc pas, d'après Traube, comme Van't Hoff l'a admis ; l'agent déterminant de l'osmose est la pression ou tension superficielle. La vitesse de l'osmose et l'état d'équilibre qui dépend de celle-ci est fonction de la différence des tensions superficielles des liquides en présence.

Cette théorie, si séduisante, éclaire d'un jour tout nouveau nombre de phénomènes physiologiques comme le rôle de la bile et des savons dans la digestion. La bile est un important facteur d'abaissement de la tension superficielle par ses acides glycocholique et taurocholique ; il en est de même des solutions de savon ; la pression de surface du chyle dans l'intestin grêle devient donc, grâce à la présence de ces deux corps, notablement inférieure à celle du sérum sanguin, ce qui favorise l'absorption intestinale, comme l'a montré le Dr Billard. Peut-être faut-il expliquer

également par des phénomènes de tension superficielle le partage des éléments du chyle entre la veine porte et le canal thoracique.

La théorie de Traube permet aussi de donner une explication séduisante du mode d'action des purgatifs salins.

Ces purgatifs, en solution dans l'eau, ont une tension superficielle relativement élevée.

Ainsi, la solution de sulfate de magnésie à 4 0/0 a pour TS. . . . $7^m,82$.
La solution de sulfate de soude à 4 0/0 a pour TS. . . . . $7^m,88$.
— phosphate de soude à 4 0/0 a pour TS. . . . . $7^m,86$.
— chlorure de sodium à 4 0/0 a pour TS. . . . . 8^m.

Ces mêmes solutions, à 8 0/0, ont pour tension :

Sulfate de magnésie. . . . . $7^m,94$.
— soude . . . . . $7^m,98$.
Phosphate de soude. . . . . $7^m,93$.
Chlorure de sodium. . . . . $8^m,05$.

Si nous cherchons la tension superficielle de la solution dans 100 grammes d'eau du $\frac{1}{20}$ de la molécule de chacun de ces corps, nous avons :

Sulfate de magnésie. . . . . $\frac{1}{20}$ m = 6^g TS = $7^m,90$.
Sulfate de soude . . . . . $\frac{1}{20}$ m = $7^g,10$ TS = $7^m,95$.
Phosphate de soude. . . . . $\frac{1}{20}$ m = $7^g,10$ TS = $7^m,91$.
Chlorure de sodium. . . . . $\frac{1}{20}$ m = $2^g,60$ TS = $7^m,86$.

Ces tensions sont notablement supérieures à celle du sérum sanguin, qui est de $7^m,65$.

D'après la loi de Traube, il y aura donc, à la suite de l'absorption d'un des purgatifs précédents, attraction du sérum sanguin dans l'intestin grêle, et cette attraction sera d'autant plus grande que la différence de tension superficielle entre la solution saline et le sérum sera elle-même plus considérable, ce qui explique qu'à petites doses ces corps agissent comme de simples laxatifs.

D'après la théorie de Traube, si on diminue la tension superficielle de ces solutions salines par l'alcool, par exemple, l'action du purgatif doit être également diminuée.

Ainsi, si l'on se sert de solutions contenant le $\frac{1}{20}$ de molécule dans 100 grammes d'eau et additionnées de 10 0/0 d'alcool, on a les résultats suivants :

Solution de sulfate de magnésie . . . . . TS = $6^m,15$.
— — soude . . . . . TS = $6^m,28$.
— phosphate de soude . . . . . TS = $6^m,21$.
— chlorure de sodium . . . . . TS = $6^m,29$.

Ces solutions, absorbées comme purgatifs, n'ont produit aucun effet, malgré la dose habituelle de principe actif.

Tous ces faits viennent corroborer la théorie de Traube. On peut donc conclure, de cette étude, que tous les sels minéraux, non toxiques, qui à petites doses élèvent d'une manière sensible la tension superficielle de l'eau, peuvent servir de purgatif. C'est ainsi que le sel marin pourrait, si ce n'était sa saveur, être employé comme purgatif au même titre que le sulfate de soude. On sait d'ailleurs que l'eau de mer est laxative et que dans les campagnes, pour purger les chiens, on leur jette une poignée de sel dans la gueule.

Toutefois, les sels employés doivent être neutres. Les sels acides provoquent, à leur arrivée dans le duodénum, l'apparition de secrétine et d'entérokinase qui amènent une secrétion abondante de suc pancréatique nuisible par la production de savon à l'effet du purgatif.

En somme, il semble logique d'appliquer la théorie de Traube au mode d'action des purgatifs salins. Ce n'est donc pas sans raison qu'on recommande de prendre les purgatifs à jeun (ni bile, ni savon dans l'intestin), de ne pas trop diluer le sel dans l'eau (la tension superficielle est facteur de la concentration de la solution), de ne pas boire d'alcool en se purgeant (l'alcool abaisse fortement la tension superficielle des solutions salines) et enfin de ne pas trop absorber de liquide dans les quelques heures qui suivent la prise du purgatif, à cause de la dilution du sel et de l'abaissement de tension superficielle qui s'ensuit.

Ainsi se trouvent justifiées ces recommandations avec la théorie de Traube.

MM. le Professeur J. TEISSIER et Fernand ARLOING

(Lyon).

CONTRIBUTION EXPÉRIMENTALE A LA PATHOGÉNIE DE L'ALBUMINURIE PRÉTUBERCULEUSE

— 3 Août —

L'un de nous, après avoir décrit en 1887 le type clinique de l'albuminurie intermittente cyclique des jeunes sujets, a établi en 1894 l'existence d'une nouvelle entité morbide : l'albuminurie dite prétuberculeuse.

Il s'agit d'une albuminurie qui se présente à côté de l'albuminurie intermittente dans des conditions un peu différentes et qui évolue non plus vers la goutte, mais vers la tuberculose, d'où son nom.

Ses caractères cardinaux peuvent être ainsi résumés : intermittence avec

cycle irrégulier, le plus souvent matinal, s'accompagnant de phosphaturie ; alternance avec des poussées de bronchite catarrhale ou des phénomènes congestifs de différentes natures (épistaxis en particulier) ; enfin, point capital, disparition au moment où s'établit une localisation pulmonaire bacillaire.

La pathogénie de ce symptôme tiendrait dans les faits suivants, mis antérieurement en évidence par l'un de nous : action toxique exercée sur le parenchyme rénal soit par une tuberculination ancestrale, soit par des produits toxiques tuberculineux proprement dits ou par les résidus d'une bactériolyse tuberculeuse ayant pris naissance au sein de l'organisme du sujet devenu albuminurique.

L'action albuminigène exercée par la tuberculine sur le rein d'un animal sain est depuis longtemps connue. Bouchard, S. Arloing, Rodet et J. Courmont et d'autres auteurs l'ont démontrée. Diverses expériences ont mis également en lumière l'action analogue des produits bacillaires proprement dits sur les reins.

Nos recherches actuelles confirment les constatations antérieures et y ajoutent quelques points particuliers.

Nous avons injecté à des lapins sains, dans la veine de l'oreille, de la tuberculine, de l'émulsion d'une culture de tuberculose humaine virulente ayant poussé sur milieu solide et enfin de la culture liquide homogène du bacille tuberculeux de S. Arloing.

La *tuberculine brute ordinaire*, à la dose de V gouttes injectée dans le sang, a provoqué de l'albuminurie. Cette albuminurie survient en quelques heures (six heures environ ou même moins), persiste irrégulière pendant une huitaine de jours, puis disparaît. Exceptionnellement, le rein se montre moins sensible et une seule injection du poison est incapable de créer le trouble sécrétoire urinaire.

Les injections suivantes et répétées de XV gouttes de tuberculine font apparaître très rapidement l'albumine dans l'urine. Ces orages albuminuriques successifs ont à peu près tous la même intensité ; mais, comme on est en droit de le supposer, un reliquat albuminurique persiste constamment par la suite. Un de nos lapins avait de l'albumine dans l'urine avant son intoxication ; chez lui l'effet expérimental n'a pas été renforcé du fait de sa néphrite antérieure.

L'albuminurie provoquée est constituée presque exclusivement par de la globuline ; la sérine est en très faible quantité.

Voilà pour l'albuminurie tuberculinique, c'est-à-dire toxinique pure.

Dans une autre série d'injections, nous avons poussé dans le sang quelques gouttes d'une *émulsion assez riche d'une culture de tuberculose solide très virulente*. L'albuminurie s'est montrée de seize à quarante-huit heures après l'infection bacillaire, donc moins rapidement qu'après l'intoxi-

nisation tuberculineuse. Le taux de l'albumine a paru s'élever progressivement au début, puis diminuer lentement. Dans un cas seulement, l'urine est redevenue normale avec les progrès de la tuberculisation organique viscérale qui a conduit les animaux à la mort en dix-huit à vingt-cinq jours environ.

Cette albuminurie d'apparition si prompte est sûrement de nature toxique. C'est bien un type d'*albuminurie prétuberculeuse au sens anatomique du mot*, car, au moment de sa prime constatation, il n'y a pas de lésions tuberculeuses folliculaires rénales constituées ; les autopsies des sujets et les coupes histologiques ne nous ont pas montré d'ailleurs, par la suite, de lésions spécifiques nodulaires dans le rein.

Il faut donc se rabattre, pour en comprendre le mécanisme, sur une action toxique exercée sur l'épithélium urinaire par les bacilles. La preuve n'est plus à faire des poisons qui adhèrent aux corps bacillaires. Auclair et d'autres auteurs, l'un de nous, après von Behring, Thomassen et S. Arloing ont fait ressortir ces actions toxiques par des moyens expérimentaux différents.

Peut-être aussi, outre ces poisons adhérents véhiculés par le microbe, faut-il faire entrer en ligne de compte, comme agents du trouble rénal, les produits nocifs dus à la bactériolyse immédiate des bacilles par les forces normales de l'organisme, produits qui sont éliminés par le rein.

Donc, quoique consécutive à une infection de bacilles, l'albuminurie a précédé ici la tuberculisation. Elle a été prétuberculeuse, en donnant à ce terme un sens largement compréhensif et, en outre, d'origine tuberculineuse et non pas tuberculeuse. Si elle était un effet de la tuberculisation viscérale, elle aurait augmenté parallèlement au développement des foyers tuberculeux organiques. Il n'en a rien été.

Le troisième mode expérimental mis par nous en œuvre pour léser le rein combine dans notre esprit les deux procédés employés précédemment. Pour ce faire, nous avons injecté dans la veine auriculaire marginale des doses variables (1 centimètre cube et 1 demi-centimètre cube) de *culture homogène en bouillon de bacille tuberculeux*. Il est évident que cette injection introduisait dans l'organisme du lapin à la fois les bacilles avec les poisons attachés à leurs corps et les poisons sécrétés par eux et abandonnés au bouillon, c'est-à-dire la tuberculine.

Les effets constatés ont été les suivants : apparition très rapide de l'albumine comme après l'empoisonnement tuberculineux ; albuminurie atteignant très vite son maximum, puis décroissance lente avec persistance prolongée d'une dose faible et, parfois, présence et disparition intermittentes de l'albumine.

Les animaux sont morts en trois semaines environ des progrès de la cachexie toxi-infectieuse qui est le propre de cette tuberculose infectante

septicémique. Tous les organes étaient sains, en apparence, macroscopiquement (on sait que microscopiquement ils sont profondément altérés) ; seuls les lobes inférieurs du poumon offraient de l'hépatisation.

Ainsi a été réalisée expérimentalement une albuminurie toxi-infectieuse bacillaire. Nous nous croyons réellement autorisés à la qualifier, au moment de son apparition, de prétuberculeuse. Elle a ce caractère commun avec l'albuminurie décrite chez l'homme, sinon de disparaître, au moins de ne pas augmenter lorsque la tuberculisation s'accentue. Elle semble donc bien avoir un *primum movens* toxique.

Histologiquement, on constate aussi une différence dans les reins, qui ont subi l'action de l'émulsion bacillaire ou celle de la culture homogène. Les premiers sont frappés beaucoup moins que les seconds au niveau de leur épithélium urinifère ; ils présentent, par contre, des lésions de sclérose interstitielle absentes dans le cas d'injection de culture homogène.

Sans insister sur ce point, nous rapprocherons donc davantage des lésions histologiques rénales dues à l'action de la tuberculine pure les désordres engendrés par le bacille homogène de S. Arloing.

Grâce à l'amicale obligeance du docteur Cade, nous pouvons ajouter un détail intéressant. Il a trait à la résistance globulaire de deux lapins rendus albuminuriques avec la tuberculine. Chez tous les deux, la résistance a été diminuée sensiblement ; l'hémolyse a débuté dans un cas au tube 11 (procédé de Widal), était forte au tube 15 et maxima au tube 17, l'hémolyse chez un lapin normal commençant au tube 14-15. Dans l'autre cas concernant le lapin déjà albuminurique avant l'injection de tuberculine, la résistance était encore plus faible (hémolyse, début aux tubes 8-9, forte au tube 13, maximum au tube 15). En clinique humaine, M. Cade a observé une semblable diminution de la résistance globulaire chez les albuminuriques.

En conclusion, nos diverses expériences confirment à nouveau l'existence d'une albuminurie d'origine toxique, tuberculinique. Elles démontrent ainsi le bien fondé des idées de l'un de nous sur la pathogénie intime de l'albuminurie dite prétuberculeuse, résultant de l'action sur le rein d'une tuberculination ancestrale ou acquise.

M. M. CLARET

Chef de clinique adjoint de la Faculté de Médecine (Paris).

REMINÉRALISATION CHLORURÉE DES TUBERCULEUX ET TENSION ARTÉRIELLE

— 4 août —

De nombreux auteurs, dont on pourra trouver l'énumération dans la partie historique de ma thèse *(Le Métabolisme des chlorures chez les Tuber-*

culeux, Paris, 1908) avaient déjà, en tenant compte seulement des excreta, conclu à la déminéralisation chlorurée des tuberculeux. La question fut reprise méthodiquement, appuyée sur la connaissance précise des ingesta et des excreta, par MM. Ambard et Enriquez (*Soc. de Biologie*. 19 janvier 1907), puis par moi (*Soc. de Biologie*, 2 mars 1907. — Th. de Paris, 1908).

De ces diverses études, il ressort que le tuberculeux en évolution torpide, chronique, de sa maladie, solde son bilan chloruré par une petite perte journalière; mais vienne un épisode aigu, une poussée granulique, une hémoptysie, et c'est alors une débâcle chlorurée prolongée, chronique, additionnant tous les jours d'importants écarts entre les ingesta et les excreta chlorurés. Et, peu à peu, descendant sans espoir de retour les échelons de la déminéralisation chlorurée, le tuberculeux se constitue ce terrain hypochloruré dont nous avons montré les moyens d'appréciation (hypochloruration brusque, épreuve de la chlorurie fractionnée).

Le fait étant acquis, et en dehors des déductions diagnostiques qu'il est loisible d'en tirer, allons-nous aussi en faire découler des indications thérapeutiques? Je le crois fermement: en effet, depuis les expériences de Raulin, Büchner, Bredig, Loeb, Bertrand, Charrin, etc., on sait toute l'importance que peut avoir sur le développement d'une culture des variations, même très faibles, de la teneur minérale du milieu nourricier; et il est probable que la vitalité du bacille de Koch n'est pas indifférente à cet appauvrissement progressif en chlorures de l'organisme tuberculisé. De plus, on sait de quel mauvais pronostic est, chez le tuberculeux, l'abaissement de la tension artérielle; or, le chlorure de sodium est le grand régulateur de cette tension, et, réserves faites pour ces lésions surrénales latentes que Laignel-Lavastine a signalées chez certains tuberculeux, il est à présumer que chez ces malades la déchloruration spontanée, en diminuant la masse sanguine, se trouve être le principal facteur de l'hypotension.

Il y a donc intérêt à chercher à reminéraliser les tuberculeux en chlorures comme en autres éléments minéraux; médication purement symptomatique sans doute et un peu terre à terre, mais, somme toute, la seule actuellement qui ne nous laisse pas complètement désarmés vis-à-vis de cette hideuse maladie.

Or, il ne faut pas songer à restituer au tuberculeux le chlorure de sodium perdu sous la même forme chimique. J'ai montré, en effet, que ces malades sont devenus inaptes à fixer le NaCl, et que, quelque quantité qu'ils en ingèrent, ils en excrètent *au moins* autant. J'ai donc eu recours à d'autres combinaisons chlorurées minérales et ai essayé le chlorure de calcium soit seul (obs. I, III, IV), soit associé au chlorure d'ammonium (obs. II).

Voici le *modus faciendi* que j'ai adopté, de façon à connaître exactement les ingesta et les excreta chlorurés de mes malades : soumis au régime déchloruré d'hôpital qui fournit 50 centigrammes de NaCl, ils y adjoignaient chaque jour un paquet de 6 grammes de NaCl, dont ils assaisonnaient à volonté leurs aliments, le surplus étant absorbé dans un pain azyme. En outre, un julep, additionné de 4 grammes de chlorure de calcium (obs. I, III, IV), ou de 2 grammes de chlorure de calcium et autant de chlorure d'ammonium (obs. II) était réparti par cuillerées dans la journée. Les ingesta chlorurés, par conséquent, représentaient, par vingt-quatre heures, une somme de 10gr,50 de chlorure. Dans les urines des mêmes vingt-quatre heures, les chlorures excrétés étaient dosés par le procédé très précis Yvon-Méhu modifié par Bouilhon-Bournigault; enfin la pression artérielle était mesurée au sphygmomanomètre de Potain, à la même heure, dans les mêmes conditions de repos au lit, avec le même instrument et par le même observateur, moi-même.

Voici les observations et analyses des quatre malades soumis à ce régime :

Obs. I. — Marie ..., 18 ans, induration tuberculeuse du sommet droit, amaigrissement, pas de fièvre :

Chlorures	ingérés	10,5	10,5
	excrétés	9,7	8,48
Volume d'urines		1090	1600

Obs. II. — François Pr..., 57 ans, tuberculeux cachectique, avec fièvre hectique. Grosse caverne du sommet gauche, ramollissement des deux tiers supérieurs du poumon droit :

Chlorures	ingérés . . .	»	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	Trois jours
	excrétés . .	»	10,16	15,91	9,98	8,05	8,1	après cessation
Volume d'urine		»	760	1850	1610	1610	1350	du régime
Tension artérielle	9	»	13½	13½	14	13	9	

Obs. III. — Blanche Ch..., 30 ans, tuberculeuse hectique, avec caverne au sommet droit, ramollissement étendu du sommet gauche :

Chlorures	ingérés . . .	»	10,5	10,5	10,5	10,5	?	?
	excrétés . . .	»	6,27	5,63	4,75	4,6	4	5,76
Volume d'urines		»	510	575	660	1000	910	930
Tension artérielle	12½	12½	15½	14½	15	13	13½	

Les deux derniers jours d'observation, la malade, ayant vomi, a dû perdre une partie du chlorure absorbé.

Obs. IV. — Marguerite Leg., 19 ans, toussant un peu depuis quelques semaines, est prise brusquement d'une hémoptysie assez abondante. Au sommet gauche, signes d'induration pulmonaire avec zone de râles fins en couronne. Le lendemain de la fin de l'hémoptysie, régime lacté (1 litre) pendant deux jours, puis régime chloruré ci-dessus :

Chlorures :

Ingérés .	1,6	1,6	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Excrétés.	1,13	2,34	1,8	1,4	4,86	2,9	5,84	6,87	14,57	3,25	3,6	6,3	2,45

Volume d'urines :

450	650	950	1000	670	500	800	520	1550	650	600	700	500

Tension artérielle :

»	»	16½	17	»	»	18	»	»	18	»	19	18½

La malade a refait, le septième jour, une petite hémoptysie; mais elle a gardé un état général parfait et sort avec un aspect floride, malgré des lésions absolument nettes (inspiration rude, expiration prolongée, craquements après la toux, submatité).

Voici donc quatre tuberculeux qui, soumis à un régime chloruré exclusivement formé de NaCl, l'auraient laissé, indifférents, fuir intégralement par leur filtre rénal sans en retirer nul bénéfice. Bien plus, la petite malade de l'observation IV, mise en expérience au lendemain d'une hémoptysie, aurait, comme les malades semblables cités dans ma thèse, perdu, en outre, une partie de ses chlorures personnels, appauvrissant son organisme en NaCl.

Or, la simple substitution, dans le régime de ces malades, à une certaine quantité de NaCl d'une même quantité de chlorure de calcium seul ou mélangé au chlorure d'ammonium, a complètement modifié leur métabolisme chloruré. En nous reportant au tableau ci-dessus, nous constatons, en effet, que les chlorures excrétés restent presque chaque jour inférieurs aux chlorures ingérés, et chacun de ces malades, pendant la période d'observation, a réalisé un gain de chlorures. L'adjonction de chlorure de calcium ou d'ammonium a donc eu un rôle modérateur sur l'excrétion chlorurée de nos malades et nous a permis de restituer à leur organisme une partie des chlorures qu'il avait perdus.

Et une série de signes cliniques viennent souligner l'importance thérapeutique de ce gain de chlorures : le débit urinaire augmente dans des proportions considérables; deux des malades, qui ont été pesés avant et après l'expérience, ont gagné du poids (1 kilogramme pour la petite malade de l'observation IV, et près de 2 kilogrammes pour le malade cachectique de l'observation II). De plus, mes quatre malades ont constaté un réveil des fonctions digestives, une appétence pour les aliments, que le rôle physiologique du NaCl dans la sécrétion gastrique suffit à expliquer. Enfin, phénomène objectif facilement constatable et justifiant l'idée qui m'a conduit à cette tentative thérapeutique, la pression artérielle de mes malades s'est relevée d'une manière très nette à la suite du régime de rechloruration. Peut-être même la petite hémoptysie, survenue chez la malade de l'observation IV en cours de traitement, est-elle imputable, en partie, à l'élévation très notable de tension artérielle qu'elle avait présentée et doit-elle nous montrer le danger possible de cette médication non indifférente.

Je conclurai donc que, dans la cure de reminéralisation destinée à rendre au terrain tuberculeux les matériaux dont il s'est démuni, il ne faudra

pas oublier les chlorures. Le chlorure de sodium, administré seul, n'étant pas retenu, on facilitera sa fixation en lui adjoignant le chlorure de calcium, ou le mélange de chlorures de calcium et d'ammonium; bien entendu, on n'aura pas recours, pour une médication prolongée, aux doses massives d'expérience que j'ai employées, pour rendre plus palpable le fait chimique que je voulais vérifier. Mais des doses journalières de 50 centigrammes à 1 gramme, parfaitement tolérées, sous forme de cures de deux à trois semaines séparées par des périodes de repos, donneront, au triple point de vue du relèvement de l'appétit, de la tension artérielle et du débit urinaire, des résultats encourageants.

M. V. GILLOT

Médecin des Hôpitaux (Alger).

PSEUDO-COXALGIE MÉDITERRANÉENNE

— 4 août —

Au cours de la fièvre de Malte, généralement vers les dernières périodes fébriles et souvent alors que la fièvre ne se manifeste plus au thermomètre « surviennent des manifestations douloureuses : névralgies, myalgies, arthralgies : il existe un *pseudo-rhumatisme méditerranéen* ;... je signalerai la fréquence remarquable de *phénomènes douloureux pour la région de la hanche droite. (Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. — Congrès de Lyon, 1906, p. 876).*

Lorsqu'il y a mono-arthrite et que celle-ci siège à la hanche, on a le tableau clinique de la *coxalgie*. Aussi, pour les esprits non prévenus, l'erreur étiologique de l'affection est pour ainsi dire forcée.

S'il s'agit d'enfant, on songe immédiatement à la tuberculose ou à l'ostéomyélite aiguë; s'il s'agit d'adulte, on peut croire à toute autre cause de rhumatisme mono-articulaire, à la syphilis, à la blennorragie par exemple. C'est ainsi qu'un malade fut adressé dans mon service avec le diagnostic d'arthrite syphilitique.

Il est donc bon que les praticiens soient prévenus de l'éventualité d'une pseudo-coxalgie due à la fièvre de Malte et que soient faites, à son sujet, dans les pays où sévit cette maladie, les investigations nécessaires.

Le diagnostic en est d'une importance primordiale lorsqu'il s'agit d'enfants. On en jugera par les deux observations suivantes :

Voici un premier cas.

Au mois de juillet 1907, je soignai à Alger une petite fille de treize ans atteinte de fièvre de Malte. Son frère, Lubrano A., agé de dix ans avait été, quelque temps auparavant, mis en traitement dans le service de la clinique chirurgicale

infantile de l'hôpital de Mustapha pour une coxalgie et, pendant quatre mois, immobilisé dans un appareil plâtré. Celui-ci devait être renouvelé, mais la mère s'y opposa, parce que l'examen du sang m'avait fait reconnaitre qu'il s'agissait de fièvre de Malte. La guérison fut obtenue facilement dans la suite. L'histoire de ce petit garçon avait été celle-ci. D'une très bonne santé jusqu'au mois de janvier 1907, il fut pris, à cette époque d'une maladie fébrile avec alternative de petits frissons et de chaleur, des transpirations fréquentes et de la constipation. Il toussait un peu. De temps en temps se produisait une légère rétrocession des symptômes puis ceux-ci reprenaient. On avait dit à la mère qu'il s'agissait d'une grippe prolongée. Cette soi-disant grippe durait depuis deux mois et l'enfant du reste, il ne restait pas alité constamment, qui allait beaucoup mieux, lorsqu'il fut pris d'une douleur dans le cou-de-pied droit. Celui-ci était un peu gonflé et l'enfant ne pouvait se tenir debout. L'enflure ne tarda pas à disparaître et la marche fut reprise, mais avec boiterie. La mère s'aperçut alors, qu'il y avait une hanche paraissant plus haute que l'autre. C'était au mois de mars. Ils habitaient à cette époque, à Alger, rue des Lotophages, n° 2. Tout en boitant, l'enfant se plaignait de la hanche droite et fut, à cause de cela, conduit à l'hopital de Mustapha. Le diagnostic de coxalgie y fut établi et l'on appliqua un appareil plâtré, *le membre étant maintenu en abduction légère et le pied placé en rotation en dehors*. C'était le 16 avril 1907. La douleur diminua, mais ne disparut pas immédiatement. Au bout de quatre mois, on enleva cet appareil. Je vis à ce moment, juillet 1907, l'enfant, qui logeait avenue Bouzareah, n° 32, la mère ayant déménagé pour lui faire changer d'air. L'examen montra que l'articulation coxo-fémorale était heureusement libre, non douloureuse, sans contracture musculaire de voisinage. Mais il y avait une atrophie marquée des muscles de la fesse, de la cuisse et de la jambe, sans troubles de sensibilité. L'état genéral était très bon. On laissa l'enfant marcher et courir à son aise. La boiterie, à cause de l'atrophie, persista pendant plus de cinq mois, mais en décroissant. Je remarquais, au 18 septembre, qu'il y avait du raccourcissement apparent et que la marche se faisait encore le pied en dehors ; au 13 novembre, que la marche était normale et que l'enfant courait et grimpait très facilement les escaliers. L'atrophie musculaire disparut, ayant été causée assurément par l'immobilisation prolongée qu'une erreur d'étiologie avait fait réaliser.

Pour compléter cette observation au point de vue de la fièvre de Malte, j'ajoute que l'infection a pu se faire par l'absorbtion du lait de chèvre, car l'enfant en buvait quelquefois cru et acheté directement au chevrier. Sa sœur, tombée malade plusieurs mois après lui, buvait également du lait de chèvre avant sa maladie. Par contre, une jeune fille habitant la même maison qu'eux fut également atteinte de fièvre de Malte, sans qu'elle ait fait usage de lait et sans contagion directe.

Quoi qu'il en soit du mode d'infection, ce qu'il faut retenir de l'histoire de Lubrano A., c'est la réalité d'une coxalgie droite et de l'atrophie musculaire péri-articulaire et éloignée.

Cette atrophie musculaire, consécutive au traitement imposé, se produirait peut-être encore plus prononcée et plus néfaste chez un enfant plus jeune. J'ai pu l'éviter dans le cas suivant :

Au mois d'août 1907, se présentait à la consultation de la ville d'Alger une femme juive, M^me^ L., avec son petit garçon âgé de vingt mois. Elle habitait à Alger deuxième impasse Philippe, n° 1. Elle avait perdu déjà un premier enfant

à l'âge de huit mois. Elle amenait son petit garçon M. qui, après avoir marché normalement quelque temps, ne marchait plus depuis vingt jours. Il avait eu des transpirations, de la constipation, et un peu d'amaigrissement depuis plusieurs mois. Il se nourrissait assez bien cependant, étant incomplètement sevré et allaité au sein de sa mère.

L'examen médical fournit les signes d'une coxalgie droite indéniable: claudication ; douleur spontanée et prolongée de la hanche ; diminution du jeu de l'article ; contracture musculaire entraînant le bassin et des modifications de l'enselure lombaire ; abduction du membre, etc. L'enfant est pâle, il n'a pas d'engorgement ganglionnaire, mais une rate grosse. Mme L. est envoyée avec son enfant, de la consultation de la ville à l'hôpital de Mustapha, où elle est placée salle Bouilland, nº 30. Le diagnostic de coxalgie droite est alors porté sans hésitation par tous ceux qui examinent le petit malade. Cependant, la séro-réaction me montre une agglutination, rapide à un centième, du Micrococcus melitensis cultivé en bouillon. Je pense de suite à une arthralgie due à la fièvre de Malte. Toute pose d'appareil de contention est évitée. On se contente de surveiller la régularité des selles et l'alimentation. La mère, qui a encore du lait, donnait le sein à son enfant de temps en temps, mais irrégulièrement et depuis plus de dix mois lui faisait prendre des bouillies et du café au lait. Elle lui donnait du lait de chèvre acheté directement dans la rue Philippe au chevrier, qui mène ses bêtes lui-même à travers le quartier. Ce lait de chèvre n'était jamais donné qu'après avoir bouilli. D'ailleurs, le père et la mère en consommaient journellement eux-mêmes et n'en ont jamais été incommodés. La maison qu'ils habitent est très peu hygiénique, malpropre et encombrée d'autres locataires dont aucun n'était malade.

L'entrée à l'hôpital avait eu lieu le 27 septembre. De ce jour au 5 octobre, la température de l'enfant, varia de 36 degrés centigrades à 38º, 2. Elle se maintint normale aux environs de 37 degrés à partir du 5. Le 7 octobre, la hanche est moins douloureuse et les signes de coxalgie ont beaucoup diminué.

L'enfant commence à se tenir debout. Quelques jours après, la mère put l'emmener et la guérison complète survint rapidement, sans atrophie musculaire. Le séjour à l'hôpital avait été de douze jours. Il faut donc estimer que la durée de la coxalgie a été, ici, de plus d'un mois. Le 3 octobre, l'examen du lait de la mère avait montré qu'il n'agglutinait pas le microbe de la fièvre de Malte pas plus du reste que le sérum de son sang. Mis en culture, ce même lait ne nous fournit aucune colonie de Micrococcus melitensis.

Il est probable que, si nous avions négligé, pour ce petit garçon, la recherche de la séro-réaction de la fièvre de Malte, on lui aurait appliqué un appareil d'immobilisation dont l'atrophie musculaire eût pu être la conséquence, comme dans l'observation précédente.

Sans doute, l'immobilité du membre malade est un moyen très utile dans la fièvre méditerranéenne pour soulager la douleur, mais ce qu'il ne faut pas, c'est poser, comme dans la coxalgie ordinaire, des appareils inamovibles plâtrés ou silicatés.

L'immobilisation peut d'ailleurs avoir lieu, dans n'importe quelle position, car il n'y a pas là à craindre d'ankylose, que nous sachions. La traction par des poids ne présente aucun avantage. En général, la douleur est tellement intense que le patient demeure figé dans la même attitude.

Cette douleur, que les révulsifs ne soulagent que momentanément, dure des semaines, des mois.

Comme la fièvre de Malte atteint tous les âges, on peut rencontrer cette coxalgie même chez des vieillards. J'ai vu un vieux juif, Dj. David, âgé de soixante-cinq ans, littéralement cloué par elle sur son grabat pendant plusieurs mois.

Un fait curieux, est que c'est le plus souvent la hanche droite qui est atteinte. Il nous est impossible d'en indiquer le motif.

Si l'immobilité du malade le soulage, je crois qu'il est bon de la rompre de temps à autre et de forcer, autant que possible, le patient à bouger et à se lever. Dès qu'il le pourra, il devra marcher à l'aide de béquilles.

Cette coxalgie méditerranéenne mérite vraiment une étude particulière et se recommande aux observations futures des médecins qui auront affaire à la fièvre de Malte.

M. Noël FIESSINGER

Ancien interne, lauréat des hôpitaux (Paris).

CIRRHOSES TOXIQUES APRÈS INJECTIONS D'HÉMOLYSINES ET DE CYTOTOXINES HÉPATIQUES

— 4 août —

L'action des hémolysines et cytotoxines sur le foie est aussi complexe que celle des autres facteurs d'altération hépatique.

Lorsque ces toxines sont administrées à doses brutales, il se produit une dégénérescence parenchymateuse étendue ; lorsque au contraire, elles sont injectées à doses légères et prolongées, durant une longue période, elles peuvent entraîner l'apparition d'une cirrhose expérimentale.

Ce n'est pas dire que, dans les intoxications chroniques, la lésion parenchymateuse fasse défaut, nous avons, au contraire, observé toujours la lésion parenchymateuse au début de toute intoxication chronique cirrhogène ; seulement, ce n'est pas l'altération massive et brutale des intoxications aiguës, mais plutôt une altération limitée, peu profonde, consistant surtout en figures de dégénérescence cellulaire.

Les scléroses hépatiques produites à l'aide des hémolysines et des cytotoxines hépatiques vont nous permettre de confirmer cette notion générale au sujet de la précession parenchymateuse lésionnelle.

Action des hémolysines. — Il était important de connaître l'action des hémolysines sur le parenchyme hépatique. Aujourd'hui, l'existence des hémolysines se trouve signalée chez l'homme ; P. Pagniez décèle dans le

cours de différentes affections (tuberculose pulmonaire, œdème aigu du poumon, paludisme, cirrhose) la présence dans le sang d'une hémolysine capable de dissoudre les globules rouges normaux. Au cours de l'ictère, Rist et Ribadeau-Dumas montrent que le taurocholate de soude agit entièrement comme une hémolysine sur le sang et sur les organes hématopoïétiques.

Ce pouvoir isohémolytique est signalé encore par Santini et Romani dans les états généraux graves, par C.-A. Pétrone dans un cas d'anémie splénique et dans des cas de néphrite et de péritonite. Gaudeau étudie chez l'enfant seulement l'action hémolytique du sérum d'enfant sur les globules rouges de lapin, sans s'arrêter aux effets isohémolytiques.

Widal et Rostaine, chez les hémoglobinuriques retrouvent dans le sérum une antisensibilisatrice, qui détruite par un séjour à la glacière à 0 degré, n'empêche alors plus l'hémolyse par une sensibilisatrice spécifique que contient le sérum.

Plus récemment, Léon Tixier insiste sur l'origine hémolytique de certaines anémies digestives.

Ainsi, l'existence, chez l'homme, de propriétés hémolysantes du sérum, n'est pas discutable dans certains cas. On comprend, maintenant, l'importance de l'étude de l'action hépatique des hémolysines, ce n'est pas une étude essentiellement expérimentale, l'application à la pathologie peut en être une conclusion.

Les hémolysines possèdent une action particulièrement nocive pour le foie. Cette action est précoce, et, s'accentue jusqu'à la production de sclérose sur les quelques animaux, dont on peut obtenir une survie. La forte toxicité des hémolysines, rend, en effet, extrêmement délicat leur maniement. Souvent, les animaux meurent quelques heures après l'injection; rares sont ceux, dont on peut prolonger la vie jusqu'à plusieurs jours.

Richard M. Pearce, un des premiers, étudie l'action des hémolysines sur le foie. Il injecte à des chiens des hémolysines provenant de lapins préparés par les globules rouges de chien. Dans les premières heures qui suivent les injections intraveineuses de ces hémolysines, une forte congestion se manifeste autour de l'espace porte. Bientôt, les cellules avoisinantes s'altèrent. Chez un animal, que Pearce a pu prolonger jusqu'à trente-six jours, il a observé des lésions de cirrhose évidente.

Nous avons répété de différentes façons les expériences de Richard M. Pearce. Le lapin et le chien nous ont paru les animaux sur lesquels l'expérimentation offrait le plus de chance de succès.

Extrêmement précoces, les lésions cellulaires se retrouvent déjà quarante-cinq minutes après une injection de sérum hémolytique (à la dose d'un centimètre cube par kilogramme de chien).

Elles prédominent autour de l'espace porte. Le cytoplasma entre en dégéné-

rescence granuleuse, acidophile, se creuse par endroits de vacuoles claires ; le noyau se rétracte et devient pycnotique et irrégulier. En même temps, le lobule est fortement congestionné. Les capillaires intercellulaires sont bourrées de globules rouges. Cette congestion va en diminuant à mesure que l'on s'approche du centre du lobule, où les cellules hépatiques, d'ailleurs, ont conservé un aspect normal. L'intégrité cellulaire du centrolobule, la prédominance des altérations autour de l'espace porte permettent dans une certaine mesure de suivre du centre de la périphérie l'évolution des lésions. La première altération paraît être la condensation cytoplasmique et l'aspect granuleux ; le noyau ne se modifie que plus tard.

Ces dégénérescences cellulaires périportales n'apparaissent pas seulement avec des fortes doses de sérum, mais encore avec des doses légères permettant une survie des animaux.

Ainsi, l'injection péritonéale de 5 centimètres cubes de sérum hémolytique à un chien de 10 kilogrammes permet une survie de quatre heures. L'examen histologique fait encore voir la persistance de la congestion périportale, mais on remarque une dégénérescence granuleuse très acidophile des cellules hépatiques avoisinant l'espace porte, les noyaux de ces cellules sont profondément altérés.

Sur un autre animal, l'expérience est prolongée jusqu'à huit jours. Les lésions hépatiques sont encore prononcées et diffuses. La congestion est en voie de disparition, mais les altérations cellulaires, par contre se sont accusées. Chaque cellule atrophiée est fortement touchée par la dégénérescence granuleuse acidophile avec vacuolisation graisseuse et dégénérescence nucléaire prononcée.

Ces lésions diffuses ne sont pas constantes, quand on emploie des doses de toxine encore moins forte. On détermine alors des lésions de nécrose localisées du parenchyme hépatique. Ces nécroses se cicatrisent et sont ainsi l'origine du noyau fibreux.

Nous avons eu l'occasion sur un même chien, d'examiner le foie vingt jours et quarante-cinq jours après l'injection de sérum hémolytique. Voici les points principaux de cette observation expérimentale :

Environ vingt jours après l'injection intrapéritonéale de doses faibles d'hémolysine, les lésions de ces îlots consistent en une congestion localisée ; mais ici les globules sont déformés, certains sont inclus dans des macrophages ; de nombreux polynucléaires, des cellules conjonctives jeunes à noyau arrondi se retrouvent dans un réticulum à mailles très fines de substance collagène, Parmi ces éléments, on voit quelques cellules hépatiques en dégénérescence granulo-graisseuse dont les noyaux se colorent mal. Ces îlots dégénératifs se retrouvent au voisinage de l'espace porte ou dans la partie moyenne du lobule.

Le quarantième jour, la cirrhose est en formation. Des cellules conjonctives à noyaux allongés sont apparues dans cet îlot, les fibrilles de substance collagène se sont particulièrement condensées à la périphérie de la zone malade. A l'intérieur le réseau conjonctif est plus lâche, on y découvre quelques polynucléaires pycnotiques et dégénérés, quelques figures de macrophagie. Les cellules avoisinantes ont pris un aspect normal. La délimitation est nette entre le foyer en cicatrisation et le parenchyme avoisinant. Une *cirrhose cicatricielle* est produite.

On peut donc conclure que la cirrhose obtenue par les injections d'hé-

molysines est une cirrhose de remplacement. Une solution de continuité est faite dans le parenchyme hépatique par une altération nécrotique d'un groupe de cellules; dès lors, deux processus évoluent de pair: *le processus de dégénérescence* définitive des cellules altérées, dont les débris seront absorbés par les macrophages, et le *processus de cicatrisation* par une multiplication des cellules fixes (cellules de Kupfier) et par un afflux de polynucléaires et de cellules conjonctives jeunes d'origine sanguine.

Cause des lésions. — Nous avons vu, combien l'évolution des lésions est celle d'une altération nécrotique. Restait à expliquer cette action des hémolysines.

Richard M. Pearce, dans plusieurs travaux, cherche à démontrer que ces nécroses sont d'origine vasculaire. Ce qui se montre nocif dans le sérum hémolytique, c'est l'agglutinine et la précipitine qu'il contient. Ces substances sont cause de thrombus hyalins, qui se formant dans les capillaires hépatiques ou dans les vaisseaux entravent la nutrition cellulaire, d'où nécrose.

Nous n'exposerons pas les preuves accumulées par Pearce à l'appui de son interprétation, elles nous entraîneraient trop loin. Qu'il nous suffise de dire qu'elles sont loin de ne pas prêter à la discussion, aussi croyons-nous plus rationnel d'admettre que les hémolysines agissent par une puissance hépatotoxique spéciale. L'extrême précocité des altérations cellulaires et leur disposition périportale, l'intégrité du centre du lobule, qui devrait, au contraire, le premier entrer en dégénérescence, s'il s'agissait d'une oblitération vasculaire, sont deux raisons importantes qui nous font repousser la conception de Pearce et admettre l'existence d'un pouvoir hépatotoxique des hémolysines. C'est, en somme, élargir la notion de spécificité des hémolysines. Elles sclérosent, parce qu'elles possèdent une hépatotoxicité plus ou moins marquée.

Pour appuyer cette manière de voir, nous avons expérimenté à l'aide du sérum d'anguille. Celui-ci possède une très forte puissance hémolytique sans agglutinine, ni précipitine (Camus et Gley).

D'après la conception de Pearce, il devrait ne pas léser la cellule hépatique. C'est le contraire, la lésion hépatique apparaît rapide et précoce et si nous n'avons pu la suivre jusqu'à la sclérose avancée nous l'avons du moins étudiée jusqu'à la nécrose cellulaire.

Pourquoi les hémolysines, des sérums préparés par injections de globules rouges, ne posséderaient-elles pas une action cytolytique au même titre que le sérum d'anguille? Les faits nous semblent le démontrer et portent une forte atteinte à la doctrine classique de la spécificité des sérums.

Action des cytotoxines hépatiques. — Les cytotoxines hépatiques obtenues par injections de cellules hépatiques, ou par injections de nucléo-

protéides hépatiques, peuvent apparaître dans des circonstances différentes.

En injectant à un lapin de la substance hépatique d'une autre espèce animale, de cobaye, par exemple, il se forme dans le sang du lapin une substance cytolytique pour le foie de cobaye. Cette toxine est une *hétérohépatotoxine*.

Par contre, si le foie injecté au lapin provient d'un lapin, la substance cytolytique est une *isohépatotoxine*, et si le foie injecté est celui de l'animal, une *autohépatotoxine*.

Ces trois toxines peuvent altérer la substance parenchymateuse; elles peuvent aussi, lorsqu'on les administre à doses faibles et répétées, provoquer des scléroses expérimentales.

Pour plus de clarté, nous croyons devoir étudier séparément l'action de chacun de ces sérums cytotoxiques.

1° Hétérohépatotoxines. — En 1900, *M. Delezenne* obtient pour la première fois un sérum hépatotoxique; après *M. A. Marrassini*, *MM. H. Bierry et A. Pettit*, préparèrent des cytotoxines hépatiques en utilisant les nucléoprotéides, de même *M. Beebe*, *MM. Pearce et Jackson* et *MM. A. Delille et E. Leenhardt*. Tous ces auteurs provoquent à l'aide de ces injections de cytotoxines, des altérations parenchymateuses plus ou moins étendues, mais aucun ne cherche à déterminer une intoxication chronique cirrhogène.

Nous n'avons pas l'intention de revenir ici sur la question de spécificité de ces cytotoxines, *MM. Bierry, Pettit et Schaeffer* ont démontré qu'il ne s'agissait que d'une spécificité relative et, à la même époque, nous avons confirmé leurs constatations.

Les cytotoxines hépatiques n'intéressent pas seulement le foie, mais encore le rein, seulement l'atteinte hépatique reste prédominante.

Après une injection brutale de cytotoxine, il est possible de tuer un animal en douze à vingt-quatre heures. A l'examen cytologique de son foie, il présente une dégénérescence granuleuse accusée avec lésions nucléaires sous forme de pycnose et de caryorrexie. Les dégénérescences accompagnées d'atrophie des cellules peuvent atteindre déjà le stade vacuolaire et graisseux. Elles se localisent particulièrement sur les cellules du centre du lobule et des zones périportales; la partie moyenne du lobule n'est pas épargnée, on y voit de nombreuses figures étoilées.

Que deviennent ces lésions dans le cas d'intoxication chronique? Il nous fallait pour répondre à une telle question, prolonger l'action des cytotoxines, les injecter à faibles doses et ainsi obtenir une plus ou moins longue survie.

Nos résultats sont loin d'offrir une constance régulière. Les lésions diffèrent souvent suivant la toxicité du sérum et suivant la dose injectée. Elles

sont plus ou moins étendues, plus ou moins profondes. Mais, si leur degré varie, leur existence du moins ne fait pas le moindre doute. Le parenchyme hépatique est même fortement intéressé.

Altérations macroscopiques. — Un mois ou deux mois après injection intrapéritonéale de sérum hépato-toxique (lapin-cobaye) aseptique, le péritoine traduit son atteinte en entourant le foie de nombreuses adhérences de péri-hépatite.

Altérations histologiques. — A cette époque, les altérations cellulaires consistent en des figures de dégénérescence granuleuse ou granulo-graisseuse avec ou sans pycnose du noyau. Les dégénérescences se localisent autour de l'espace porte et au niveau du centre du lobule.

Quant à la réaction interstitielle, elle se montre surtout au niveau de l'espace porte sous forme d'amas de cellules lympho-conjonctives et de polynucléaires.

Dans ces îlots, apparaissent des fibres collagènes, qui envoient des expansions réticulaires entre les cellules hépatiques les plus voisines et aussi les plus frappées par la dégénérescence granuleuse. Bientôt l'espace porte est devenu fibreux, il se prolonge vers les espaces environnants. Le tissu de sclérose étouffe, presque toujours, des cellules hépatiques fortement dégénérées avec un noyau en pycnose.

Cette réaction conjonctive se montre encore plus accusée au niveau de la capsule hépatique. Là, on découvre une zone épaisse formée de la juxtaposition de cellules conjonctives, de polynucléaires et de cellules hépatiques profondément altérées. Entre ces cellules, l'infiltration des fibrilles conjonctives est déjà serrée. Le tissu ne reste pas localisé à la capsule, il plonge par endroits dans le parenchyme, ébauchant l'aspect d'une cirrhose annulaire.

Par des prises successives de foie, nous avons étudié la marche de ces lésions. Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

L'altération cellulaire est toujours primitive; elle peut se réparer sans apparition de tissu fibreux, ou bien, il se produit un afflux de cellules conjonctives qui entourent et enkystent pour ainsi dire les cellules altérées, c'est l'origine de la cicatrice fibreuse.

Les hétérohépatotoxines, administrées à faible dose, peuvent donc déterminer l'apparition dans le foie de *scléroses cicatricielles.* au même titre que les injections d'hémolysines.

2° *Iso-hépato-toxines.* — Les premiers, Hulot et Ramond étudièrent l'action brutale des iso-hépato-toxines (cobaye-cobaye); seulement leurs expériences ne leur ont procuré que des altérations de dégénérescence parenchymateuse.

Nos expériences ont porté sur le cobaye, le lapin et le chien.

Chez le cobaye, déjà huit jours après l'injection intra-péritonéale de sérum isohépatotoxique, on observe une dégénérescence granuleuse périportale et localisée à la partie moyenne du lobule sous la forme de figures étoilés. Ces

lésions dégénératrices ne se montrent pas très étendues. Aussi, à une période tardive, quarante et un jours et quarante-trois jours après l'injection, la réaction cirrhotique qui se manifeste au niveau de l'espace porte se trouve très limitée. Néanmoins, les îlots fibreux des espaces portes se réunissent plus ou moins par leurs pointes interlobulaires, figurant ainsi une véritable cirrhose biliaire. Cette substance fibreuse enserre, dans ses fibres, des cellules plus ou moins dégénérées avec pycnose du noyau. En même temps, que se produit l'enkystement des cellules dégénérées, on retrouve, à quelque distance de la travée fibreuse, des figures de mitose en pleine évolution équatoriale.

Ces lésions hépatiques ne sont pas les seules, l'examen du parenchyme rénal nous a montré que, lui aussi, souffrait de l'atteinte toxique. Les tubes contournés frappés d'une manière inégale et irrégulière sont en tuméfaction trouble avec chute de la brosse. Cette altération rénale montre donc que si ce sérum cytotoxique possède un pouvoir cytolytique, celui-ci s'applique aussi sur le rein quoique moins nettement que sur le foie. Cette action complexe se trouve déjà signalée plus haut, nous croyons que c'est un fait banal quand il s'agit de sérums cytotoxiques, leur spécificité est relative.

Chez le lapin, les lésions au vingt-quatrième ou au quarantième jour sont peu étendues et se bornent aux cellules périportales. Celles-ci sont granuleuses presque graisseuses. La charpente de l'espace porte paraît plus scléreuse que normalement.

Chez le chien, les résultats varient suivant l'époque à laquelle nous les observons. Nous nous sommes demandé de plus le rôle que jouait la rate dans l'élaboration du sérum cytotoxique chez le chien préparé par les injections de nucléoprotéides de foie de chien. Un de nos animaux fut splénectomisé obligeamment par notre ami Bonvoisin, avant d'être préparé, et le sérum ainsi obtenu fut comparé à un autre sérum obtenu par les mêmes injections de nucléo-protéides de foie sur un chien non splénectomisé. Les deux sérums ne diffèrent pas sensiblement par leurs propriétés hépatotoxiques.

Dix-sept jours après l'injection de sérum hépato-toxique, on observe sur deux chiens sensiblement les mêmes lésions : des figures de dégénérescence granulo-graisseuse périportale avec pycnose des noyaux et une légère réaction conjonctive jeune avec quelques rares fibrilles collagènes.

Deux autres chiens sont prolongés plus longtemps. L'un est tué soixante-dix-neuf jours, l'autre quatre-vingt-un jours après l'injection de sérum, leur foie est examiné à trois reprises. Schématiquement, on observe une dégénérescence granulo-graisseuse des cellules qui entourent l'espace porte comme première altération. Plus tard, s'accuse le développement d'une cirrhose à extension progressive et à disposition périportale, formée au début par une accumulation de cellules conjonctives jeunes, puis bientôt infiltrées de fibrilles collagènes, qui traduisent la sclérose en évolution.

Ces altérations ne sont pas étendues ; nous n'avons pas pu en obtenir de plus évidentes. Ce sont des lésions presque toujours locales, périportales, assez peu destructives, si bien que la réaction fibreuse est toujours sinon avortée, du moins légère.

Autohépatotoxine. — La notion des autocytolysines est relativement

récente. Il semble que ce soit à l'occasion des hémolysines et des spermotoxines, que l'attention fut attirée pour la première fois sur ce sujet.

Ascoli, en se servant du sang laqué de lapin, Hulot et Ramond en injectant à des lapins leurs propres globules rouges sont arrivés à préparer des sérums iso et autolytiques. D'autre part, Ascóli a pu mettre en évidence « dans une série de sérums normaux provenant de l'homme et de divers animaux des autoprécipitines ».

Metchnikoff injecte à des cobayes leur propre sperme et fait ainsi apparaitre dans leur sérum une autospermotoxine.

Ces données curieuses font le sujet d'une critique méticuleuse dans un travail de Landsteiner. Cet auteur montre combien ces résultats sont inconstants, car beaucoup d'expérimentateurs n'obtiennent que des faits négatifs. Les auteurs allemands, Ehrlich et Morgenroth. Morgenroth et Marshall rejettent cette notion des autolysines; pour eux, les anticytolysines s'opposent à l'action de ces toxines, la neutralisation est toujours suffisante. En France, Besredka admet aussi l'intervention de ces anticytolysines naturelles nécessaires pour empêcher l'action des autotoxines; ces dernières se produisant avec d'autant plus de facilité que l'animal résorbe plus de cellules parenchymateuses ou sanguines.

Cette question des autotoxines est donc des plus discutées en biologie. Elle parait néanmoins jouer un rôle considérable en pathologie. Castaigne et Rathery n'hésitent pas à mettre sur le compte de cette autotoxine les lésions que l'on observe secondairement sur un rein sain quand le rein opposé est le siège d'un processus de néphrite progressive.

Pour mener à bien une expérience qui permette d'affirmer l'existence de cette substance de réaction, il fallait injecter au même animal sa substance hépatique. Sur un lapin de $2^{kg},200$, nous avons, à quatre reprises, prélevé durant la laparatomie, une certaine quantité de foie, dont le poids variait entre 8 et 10 grammes à chaque prise. Chaque opération était espacée de la suivante par quinze jours environ. Toutes les fois, le morceau du tissu hépatique était broyé après lavage aseptique, puis injecté dans le péritoine du lapin après avoir été dissous dans une solution carbonatée. Les prises de parenchyme permettaient de même de faire un examen histologique qui tenait au courant des modifications, dont le foie était le siège.

C'est ainsi, que les altérations cellulaires ne sont visibles qu'à la troisième prise. Elles se présentent sous la forme de dégénérescence cellulaire autour de l'espace porte. En même temps, du côté de l'espace porte se manifeste une prolifération du tissu conjonctif dont l'extension tend à isoler des cellules hépatiques altérées et à les incorporer dans la travée fibreuse en formation. Au quatrième examen, deux mois et demi depuis la mise en expérience, on retrouve assez nettement sur les coupes une

cirrhose portale à extensions péricellulaires, qui fait défaut sur les premières préparations.

Cette expérience intéressante est en vérité insuffisante pour entraîner la conviction. L'extrême difficulté de la technique ne nous a pas permis d'accumuler les faits, certains de nos animaux mourant les uns d'hémorragie, les autres d'éventration.

Néanmoins le fait existe et demande à être placé en parallèle avec les faits précédents, quoique dans l'occurrence, nous n'ayons pas étudié l'action d'un sérum hépato-toxique isolé, mais l'action combinée des nucléoprotéides injectées et de l'hépato-toxine qui en résultait par réaction.

CONCLUSIONS

De cette expérimentation sur les hépatotoxines et les hémolysines, il résulte que :

1° Les hémolysines et hépatotoxines (ces dernières obtenues par injections de nucléoprotéides de foie sur animal d'espèce étrangère), lèsent profondément la cellule hépatique même par action rapide;

2° Elles peuvent, à doses légères et répétées, entraîner au voisinage des cellules altérées, l'apparition d'une réaction scléreuse, qui évolue comme un processus cicatriciel;

3° Les hétéro-hépatotoxines ne sont pas spécifiques dans leur action histologique, elles lèsent aussi l'émonctoire rénale;

4° Les iso-hépato-toxines obtenues par injection de nucléoprotéides de foie de la même espèce, sont moins fortement toxiques. Les lésions qu'elles provoquent, sont plus légères, mais comme pour les hétéro-hépatotoxines, elles peuvent évoluer vers la réaction fibreuse. Ces toxines ne sont pas non plus histologiquement spécifiques;

5° Quant aux autohépatotoxines, leur existence mérite d'être prise en considération dans des travaux ultérieurs, sans qu'il soit possible de donner actuellement une notion définitive de leur action histologique et sclérogène.

BIBLIOGRAPHIE

Hémolysines.

GAUDEAU : *Le pouvoir hémolytique du sérum sanguin.* — *Th. méd.*, Paris, 1906.

PAGNIEZ (P.) : *Action exercée sur les globules rouges par quelques liquides pathologiques.* — *Th. méd.*, Paris, 1902.

PEARCE (Richard M.) : *The experimental production of liver necrosis by the intraveinous injections of agglutinins.* — *Journ. of méd. Research*, 1904, t. XII, p. 329.

PEARCE (Richard M.) : *Further study of the experimental production of liver necroses by the injection of hemagglutinative sera.* — *Journ. of med. Research*, 1906, t. XIV, 3, p. 541.

RIBAUDEAU-DUMAS : *Ictère et splenomégalie.* — *Th. méd.*, Paris, 1904.

SANTINI et ROMANI : *La recherche comparative sur le pouvoir agglutinant et hémolytique des exsudats et transsudats.* — *Policlinico*, 1905.

TIXIER (Léon) : *Rapports entre les fonctions digestives et l'hématopoïèse. — Th. méd.*, Paris, 1907.

WIDAL et ROSTAINE : *Insuffisance d'antisensibilisatrice dans le sang des hémoglobinuriques. Soc. de Biol.*, 18 février 1905.

Cytotoxines.

ASCOLI : *Iso-agglutinine und isolysine menschlicher Blutsera. — Münch. med Woch.*, juillet 1901, p. 1239.

BEEBE (S.P.) : *Cytotoxic serum produced by the injection of nucleoproteide. — Journ. of Exper. med.*, 1903, t. VIII, p. 730-750.

BIERRY et MAYER : *Hépatotoxine. Acad. des Sc.*, 20 juin 1904 et *Soc. de Biol.* 18 juin 1904.

BIERRY et PETTIT (A.) : *Pouvoir cytotoxique de certains sérums après injections de nucléoprotéides. — Soc. de Biol.*, 13 février 1904, p. 328.

BIERRY, PETTIT et SCHAEFFER : *Néphro et hépatotoxine. — Soc. de Biol.*, 23 nov. 1907 et 30 nov. 1907.

CASTAIGNE et RATHERY : *Ligature unilatérale de l'artère rénale, de l'uretère ou du pédicule. — Accidents consécutifs, lésions du rein opposé. — Soc. de Biol.*, 21 déc. 1901.

DELEZENNE : *Sérum antihépatique. — Acad. des Sc.*, 13 août 1900.

DELILLE (Armand) et LEENHARDT (E.) : *Spécificité des sérums cytotoxiques. — Soc. de Biol.*, 12 janv., 1907, p. 31.

HULOT et RAMOND : *Auto-hépato-toxine. — Soc. de Biol.*, 21 déc. 1901.

— *Anémie posthémorragique. — C. R. de la Soc. de Biol*, 1901, p. 813.

MARRASSINI (Alberto) : *Ricerche sulla cosidetta epatotossina e sui cosidetti sieri epatotossici. — Clinica moderna*, 11 fév. 1903.

MARRASSINI (Alberto) : *Ricerche sopra l'azione tossica dei nucleoproteidi del fegato. — Clinica moderna*, 1er avril 1903.

METCHNIKOFF : *Étude sur la spermatoxine. — Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1900, n° 9, p. 577.

MORGENROTH et MARSHALL : *Ueber Anticomplement und Antiamboceptor normaler Sera und path. Exsudate. — Zeitschr. Klin. Med*, Bd XLVII, H. 3 et 4.

PEARCE (R. M.) : *Concerning the specificity of the homatogenic Cytotoxine. — Journ. of med. Research.*, vol. XII, juillet 1904, p. 1 à 15.

PEARCE (R. M.) et JACKSON (H. C.) : *Cytotoxic serum produced by the inject. of nucleoproteids. — Albany med. Ann.*, janv. 1907.

M. N. FIESSINGER

Ancien interne, lauréat des hôpitaux

ET

M. P. ABRAMI

Interne des hôpitaux (Paris).

LES HÉMATIES GRANULEUSES DANS LES ICTÈRES DE L'ADULTE

— 4 août —

Les recherches de MM. Chauffard, Widal et leurs élèves ont établi l'existence, à côté des ictères d'origine hépatobiliaire, d'ictères hémolytiques, relevant d'une destruction anormale et exagérée des globules rouges. Ces ictères hémolytiques sont caractérisés, au double point de vue clinique et

hématologique, par des réactions entièrement différentes de celles des ictères hépatiques. Cliniquement, ce sont des ictères splénomégaliques, avec coloration normale des matières, et dans lesquels, comme l'un de nous l'a montré avec MM. Widal et Brulé, on n'observe jamais le moindre signe d'intoxication biliaire, malgré la durée parfois indéfinie de la jaunisse. Hématologiquement, ces ictères sont caractérisés par un syndrome absolument spécial, et qui révèle leur nature hémolytique. C'est tout d'abord la *fragilité globulaire* que M. Chauffard a mise le premier en évidence en employant le procédé de MM. Vaquez et Ribierre pour la recherche de la résistance globulaire au cours des ictères hémolytiques congénitaux et que MM. Widal, Abrami et Brulé ont retrouvée dans les ictères acquis de l'adulte en employant la méthode plus sensible des hématies déplasmatisées. C'est ensuite l'existence constante d'une *anémie globulaire* plus ou moins intense, à caractères très spéciaux.

A ces stigmates hématologiques s'en ajoute un autre sur l'importance duquel nous tenons à insister : c'est la présence, dans le sang, d'hématies particulières, *d'hématies granuleuses* qui font défaut chez les ictériques d'origine hépatique.

Ces hématies granuleuses ne sont pas les *érythrocytes ponctués* signalés antérieurement dans les anémies graves par Askanazy et dans le saturnisme par Sabrazès, Bourret et Léger. Ces auteurs coloraient leurs granulations *après fixation* préalable du sang. Les hématies granuleuses sont, au contraire, *invisibles après fixation et il n'est possible de les observer qu'après coloration vitale ou quasi-vitale du sang.*

Technique. — Deux procédés, en effet, peuvent être mis en usage pour déceler dans le sang ces hématies granuleuses : la coloration quasi-vitale par la pyronine, à l'aide du réactif de Pappenheim ; la coloration vitale, à l'aide des bleus basiques.

I. — *Coloration par la pyronine.* — C'est à l'aide de ce procédé que l'un de nous, avec M. Chauffard, a découvert ces hématies granuleuses chez des malades atteints d'ictère hémolytique congénital. La technique que nous indiquons permet, en quelques minutes, d'obtenir la coloration de ces éléments.

Le sang, étalé sur lames en couche très mince, est séché rapidement par agitation et non fixé. On dépose alors sur la préparation une goutte de réactif de Pappenheim *(pyronine, vert de méthyle)* et la préparation recouverte d'une lamelle peut être examinée immédiatement à l'aide de l'objectif à immersion. Il faut avoir soin de rechercher surtout les régions où les hématies, ayant perdu leur hémoglobine sous l'action du liquide colorant, apparaissent presque incolores, réduites au contour de leur membrane d'enveloppe. Au milieu de ces sortes d'ombres globulaires, qui représentent les globules rouges normaux, on en voit dont le protoplasma renferme un nombre plus ou moins considérable de granulations arrondies, fortement teintées en rouge par la pyronine. Ce sont

les hématies granuleuses. Les granulations qu'elles contiennent se montrent parfois si nombreuses que l'hématie qui en est bourrée, apparaît tout d'abord uniformément colorée en rouge, tranchant ainsi sur les hématies normales voisines, qui sont incolores ; mais une mise au point exacte montre que le protoplasma de l'hématie granuleuse est parsemé d'un véritable semis de petits points rouges, sur lequel se détachent quelques granulations plus volumineuses. En d'autres points, le nombre des granulations est beaucoup moindre, et on les voit alors, le plus souvent, groupées à la périphérie du globule rouge, dont le centre est habituellement incolore.

La plupart des hématies granuleuses observées dans ces conditions, présentent une taille supérieure à celle des globules normaux.

Cette coloration par la pyronine est une coloration quasi-vitale. Elle ne peut, en effet, s'effectuer que sur le sang frais simplement séché ; la fixation préalable des préparations, même lorsque le sang renferme un grand nombre d'hématies granuleuses, ne permet plus, en effet, d'en découvrir une seule.

Extrêmement précieuse par sa grande simplicité et sa rapidité, la technique précédente a cependant l'inconvénient de ne point permettre la conservation des préparations, au delà de trente-six à quarante-huit heures, en général, les hématies sont altérées et les lames ne peuvent plus servir à l'examen.

II. — *Coloration vitale par les bleus basiques.* — L'un de nous, avec MM. Widal et Brulé, a montré que ces hématies granuleuses mises si facilement en évidence à l'aide du réactif de Pappenheim, présentaient en même temps une très grande affinité pour les colorants basiques.

Voici quelle est la technique que nous avons préconisée : il suffit, de placer une gouttelette de sang, entre lame et lamelle ; il faut prendre soin que la goutte soit suffisamment petite pour qu'une fois étalée, sa périphérie n'affleure pas les bords de la lamelle. On dépose alors, à la périphérie de la préparation, une goutte d'un bleu basique dilué (bleu de Unna étendu de quatre fois son volume d'eau physiologique à 9 0/0 ; bleu azur à 1 0/0 dilué de même dans dix fois son volume d'eau physiologique, etc.). Le colorant gagne rapidement le centre de la préparation et, au bout de deux à trois minutes, en examinant à l'aide de l'objectif à immersion, on voit apparaître les granulations, constellant de bleu foncé le protoplasma vert clair des hématies.

L'inconvénient de ce procédé est de ne plus permettre la conservation des préparations, aussi préférons-nous la technique suivante conseillée par l'un de nous, avec MM. Widal et Brulé.

On reçoit quatre à cinq gouttes du sang à examiner dans un tube à centrifuger renfermant deux à trois centimètres cubes d'une solution colorante d'un bleu basique à l'isotonie, additionné d'oxalate de potasse, de façon à éviter la coagulation. Le mélange dont nous nous servons habituellement est ainsi composé :

Solution de chlorure de sodium à 9 0/00	*1 centimètre cube.*
Solution d'oxalate de potasse à 10 0/00	*1 centimètre cube.*
Bleu polychrome de Unna	*10 gouttes.*

Le mélange du sang et de la solution colorante est laissé au repos dix minutes, puis centrifugé. On décante alors la majeure partie du liquide, en ayant soin d'en laisser un volume égal à deux fois environ celui du culot globulaire, le culot est émulsionné à l'aide d'une pipette fine, puis réparti par gouttes sur des lames; on étale ces gouttes, à l'aide d'une lame rodée, absolument comme s'il s'agissait d'un étalement ordinaire de sang. Les préparations sont enfin séchées, puis fixées à la chaleur (1).

Cette technique, qui permet d'obtenir les hématies granuleuses avec une netteté aussi grande que le procédé extemporané, constitue certainement la méthode de choix pour l'étude de ces éléments. Les préparations ainsi obtenues se conservent indéfiniment; de plus, lorsque l'étalement est convenablement effectué, la numération des hématies granuleuses est des plus faciles, à l'aide de l'oculaire d'Ehrlich.

Caractères des hématies granuleuses. — Ces hématies granuleuses colorées sans fixation sanguine se distinguent par bien de leurs caractères, des hématies du saturnisme. Ces dernières, en effet, se montrent sous forme de ponctuations régulières, très nettement isolées les unes des autres. Les hématies granuleuses du sang d'ictère hémolytique semblent formées de granulations réunies les unes aux autres par un fin réseau, aux mailles plus ou moins serrées, irrégulières, dessinant par leur intrication une masse fortement chromatique d'aspect arborescent.

Indépendamment de leurs modes spéciaux de coloration et de leur aspect particulier, ces hématies granuleuses présentent un autre caractère important, tiré de leurs rapports avec la polychromatophilie. MM. Widal, Brulé et l'un de nous ont montré que, si la coloration par les bleus basiques du sang préalablement fixé ne permettait pas de déceler les hématies granuleuses, cette technique mettait, par contre, en évidence une polychromatophilie très intense. Nous avons montré, en outre, et le fait a été également confirmé par MM. Sabrazès et Leuret, que la proportion des hématies qui se montraient polychromatophiles sur sang fixé correspondait sensiblement à celle des hématies qui apparaissent granuleuses par les colorations vitales.

Pour étudier dans leurs détails les rapports qui existent entre ces deux sortes d'éléments, il est nécessaire d'avoir recours à la coloration vitale telle que nous l'avons indiquée, coloration par les bleus basiques suivie de fixation. Cette technique permet, en effet, d'observer en même temps la polychromatophilie et la granulation des hématies; le premier de ces caractères est encore plus manifeste, si l'on prend soin de prolonger pendant un temps relativement long (une demi-heure) le contact du sang et de la solution colorante. Sur les préparations obtenues de la sorte, on

(1) On peut obtenir une double coloration de ces préparations, en les soumettant, une fois séchées, à l'action d'un éosinate de méthylène tel que le colorant de Leishmann, les granulations apparaissent alors en bleu sur fond rouge.

voit qu'il existe un rapport très étroit entre la polychromatophilie et la granulation des hématies : la plupart des hématies granuleuses sont, en effet, en même temps polychromatiques et inversement. Cependant un certain nombre d'éléments se montrent simplement polychromatophiles, de même que certaines hématies granuleuses sont orthochromatiques. Toutefois la proportion de ces deux dernières variétés d'éléments est à peu près équivalente, et lorsqu'on effectue la numération de tous les globules rouges polychromatiques et celle de tous les granuleux, on obtient deux chiffres le plus souvent très voisins. D'ailleurs, l'examen d'un grand nombre de sangs, normaux ou pathologiques, nous a permis de constater que, dans tous les cas où existe la polychromatophilie des hématies, on observe en même temps la présence de globules rouges granuleux, colorables par les méthodes vitales. Il existe donc, entre ces deux caractères hématologiques, des rapports très étroits.

Valeur séméiologique dans l'ictère. — Normalement, ces hématies granuleuses font entièrement ou presque entièrement défaut chez l'adulte ; un examen pratique avec numération ne révèle jamais un chiffre d'hématies granuleuses qui s'élève au-dessus de 1 ou 2 0/0. Aussi lorsque leur nombre augmente est-on en droit d'en tirer un enseignement.

Askanazy, ayant recherché dans le sang de nombreux malades atteints d'ictère d'origines diverses (ictère catarrhal, atrophie jaune aiguë, ictères chroniques, cirrhose du foie), la présence d'érythrocytes ponctués, conclut que le sang, au cours de l'ictère, ne renferme jamais d'éléments granuleux.

Les conclusions de cet hématologiste sont de tout point exactes si l'on ne tient compte que des ictères d'origine hépatique. Au cours de tout un groupe d'ictères, les ictères hémolytiques, la présence d'hématies granuleuses est, au contraire, un phénomène absolument constant et acquiert de ce fait, l'importance d'un symptôme révélateur de l'affection.

Nous avons effectué de part et d'autre, avec la plus grande attention la recherche des éléments granuleux et des érythrocytes ponctués chez cinquante-deux malades atteints des types les plus variés d'ictères d'origine hépatique : ictère catarrhal bénin, ictère prolongé, ictère de la colique hépatique, ictère infectieux grave, cirrhoses biveineuses, maladie de Hanot, ictère chronique par lithiase du cholédoque et par cancer du pancréas, foie cardiaque, ictère chloroformique, ictères simples de la cholémie de Gilbert, foie tuberculeux, etc. Dans aucun cas nous n'avons noté le moindre érythrocyte ponctué malgré des recherches souvent répétées. Jamais non plus, nous n'avons constaté une proportion d'hématies granuleuses plus forte que chez les sujets normaux.

On peut donc dire qu'au cours des ictères d'origine hépatique, aigüs ou chroniques, le sang ne contient pas d'éléments granuleux. Si, dans ces

affections, on voit apparaître les hématies granuleuses, c'est qu'elles sont commandées par un état pathologique surajouté à l'ictère et indépendant de lui. C'est ainsi que chez un malade du service de M. Chauffard, atteint de cancer ulcéré prépylorique, et qui fit de l'ictère comme complication terminale, le sang renfermait 4 à 6 0/0 d'hématies granuleuses; mais le malade était atteint en même temps d'une anémie marquée, dépendant à la fois de son cancer et d'hémorragies gastriques et intestinales. De même chez une malade, du service de M. Widal, atteinte de cirrhose tuberculeuse avec ictère datant de six mois, le sang ne contenait que 1 p. 200 d'hématies granuleuses, sous l'influence d'un érysipèle de la face intercurrent le nombre des globules rouges s'abaissa à 2.200.000 et ne revint à son taux normal qu'au bout de quatorze jours; or, pendant cette période, le nombre des hématies granuleuses s'éleva à 4 0/0. Ces deux cas nous semblent absolument typiques; ils montrent à l'évidence que la présence d'éléments granuleux au cours des ictères hépatiques, doit être interprétée comme un symptôme indépendant de l'ictère; dans nos observations, il était déterminé par l'association, au syndrome hépatique d'un état anémique secondaire.

Il n'en va pas ainsi dans les ictères hémolytiques, congénitaux ou acquis. Ici, la présence d'hématies granuleuses dans le sang constitue un des stigmates hématologiques les plus importants de la maladie. Sa consistance, son intensité vraiment exceptionnelle en font effectivement un symptôme de premier ordre.

Au cours de l'ictère hémolytique congénital, M. Chauffard et l'un de nous, signalent pour la première fois la présence des hématies granuleuses; elles y atteignent une proportion de 14 à 20 0/0. MM. Widal, Brulé et l'un de nous en ont fait un symptôme constant de l'ictère hémolytique acquis; ils ont observé des malades chez lesquels ces hématies granuleuses atteignaient le chiffre de 45 et même de 65 0/0.

C'est un symptôme non seulement *constant* mais aussi *permanent*. Il se montre toujours en même temps qu'une polychromatophilie plus ou moins intense des globules rouges et la plupart des hématies granuleuses sont en même temps polychromatophiles.

Les faits précédents montrent suffisamment de quelle importance est la constatation des hématies granuleuses au cours de l'ictère hémolytique. Certainement, l'existence possible de ces éléments, en proportions déjà anormales, chez certains ictériques qui ne sont pas des hémolytiques, prouve que « la recherche de la fragilité globulaire doit rester le criterium essentiel de la nature hémolytique d'un ictère ». Mais la présence des hématies granuleuses en nombre très considérable, n'en demeure pas moins l'un des caractères hématologiques les plus importants des ictères par fragilité globulaire. Il les oppose encore aux ictères par rétention au

cours desquels ces éléments n'existent pas dans l'immense majorité des cas.

Cette opposition n'existe pas seulement en clinique ; les recherches de MM. Widal, Brulé et l'un de nous démontrent qu'en expérimentation le sang au cours des ictères par occlusion biliaire, ne renferme pas ces éléments, contrairement aux ictères par hémolyse artificielle, déterminés à l'aide de la toluilène diamine et au cours desquels le sang en contient un très grand nombre.

Signification. — Nous serons brefs sur la valeur significative de ces éléments ; qu'il nous suffise de dire que M. Jolly les considère comme des éléments altérés par une hydratation du stroma ou de la membrane et, pour MM. Chauffard, Widal et leurs élèves, ce sont des éléments de rénovation sanguine, que l'on retrouve dans la moelle osseuse en recourant aux colorations avec le Pappenheim sans fixation et qui ne se montrent dans la circulation que quelques jours après la poussée hémolytique, au moment où la réparation sanguine est en pleine effervescence.

CONCLUSIONS

Les hématies granuleuses ne se retrouvent que dans le sang des ictères hémolytiques et font entièrement défaut dans le sang des ictères d'origine hépatique.

Ces hématies granuleuses constituent donc un important signe différentiel en clinique humaine.

Elles se recherchent non pas après fixation, mais sans fixation, par coloration vitale ou quasi-vitale.

Ce sont probablement des éléments de rénovation sanguine, qui traduisent l'intensité d'une réparation progressive nécessitée par les poussées de déglobulisation par hémolyse (1).

BIBLIOGRAPHIE

S. Askanazy : *Die Körnung der roten Blutkörperchen bei anämischen Zustanden-Zeitsch. f. Klin. Med.* Bd. LXIV, 3 et 4 Heft, 1907, p. 228.

A. Chauffard et N. Fiessinger : *Ictère congénital hémolytique avec lésions globulaires.* — *Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des hôpitaux de Paris*, 8 novembre 1907.

Recherches expérimentales sur les rapports entre l'hémolyse et les hématies granuleuses. — *Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des hôpitaux de Paris*, 29 novembre 1907.

Nouvelles recherches sur la genèse des hématies granuleuses. — *C. R. de la Soc. de Biologie*, 14 décembre 1907.

A. Chauffard : *Les ictères hémolytiques.* — *Semaine Médicale*, 29 janvier 1908.

J. Jolly : *Les granulations basophiles des hématies.* — *Archives des mal du cœur, des vaisseaux et du sang*, n° 5, mai 1908.

J. Sabrazès, Bourret et Léger : *Les hématies à granulations basophiles dans le saturnisme expérimental et clinique.* — *Journal de Phys. et de Pathol. générale*, 15 novembre 1900.

J. Sabrazès et E. Leuret : *Hématies granuleuses et polychromatophilie dans l'ictère des*

(1) (Travail des services et laboratoires des docteurs Chauffard et Widal à l'hôpital Cochin.)

nouveau-nés. — *Gazette hebdomadaire des sciences médicales de Bordeaux*, n° 11, 15 mars 1903, p. 123.

F. WIDAL et P. ABRAMI : *Types divers d'ictères hémolytiques non congénitaux avec anémie; la recherche de la résistance globulaire par le procédé des hématies déplasmatisées.* — *Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des hôpitaux de Paris.* Séance du 8 novembre 1907, p. 1127.

F. WIDAL, P. ABRAMI et M. BRULÉ : *Pluralité d'origine des ictères hémolytiques; recherches cliniques et expérimentales.* — *Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des hôpitaux de Paris.* Séance du 29 novembre 1907, p. 1354.

Anémie grave mortelle chez une brightique azotémique, etc. — *Bull. Soc. med. hôp. de Paris*, 20 décembre 1907.

Diversité de types des hématies granuleuses. Procédés de coloration. — *C. R. de la Soc. de Biologie*, 20 mars 1907.

Les ictères d'origine hémolytique. — *Archives des maladies du cœur, des vaisseaux et du sang*, avril 1908, n° 4.

M. LOUSTE

Chef de clinique des maladies cutanées et syphilitiques, à la Faculté de médecine (Paris).

LEUCOPLASIE HYPERKÉRATOSANTE, PAPILLOME ET ÉPITHÉLIOMA LINGUAL, GUÉRIS ACTUELLEMENT PAR LE RADIUM (MÉTHODE DE DOMINICI)

— 4 août —

L'observation que nous présentons est une des premières en date qui apporte des faits aussi précis sur le pouvoir curatif du radium dans la leucoplasie et l'épithélioma de la langue.

Il s'agit d'un homme âgé aujourd'hui de cinquante-trois ans, ayant contracté la syphilis il y a vingt-quatre ans. Le malade fut traité pendant trois années avec des pilules de protoiodure et de l'iodure de potassium.

Il fut toujours grand fumeur jusqu'en 1906.

En décembre 1906, le malade se présente avec une leucoplasie hyperkératosante de la langue, leucoplasie énorme donnant une couche cornée villeuse, mamelonnée, épaisse de 3 à 6 millimètres et occupant toute la partie médiane de la langue. On pouvait avec des ciseaux courbes enlever les portions saillantes cornées. Dans quelques endroits il existait de petites fissures très douloureuses.

Localement, on fait des attouchements au bichromate de potasse et on institue en même temps le traitement mercuriel : 2 centigrammes de benzoate de mercure en injections sous-cutanées quotidiennes un mois sur deux.

Les lésions n'augmentent pas mais ne diminuent guère.

En avril 1907 : Le malade revient avec des ulcérations de la langue, ulcérations superficielles grandes comme une lentille sur une fissure à la partie droite du dos de la langue. Sur une autre fissure on voit deux saillies papillaires, l'une grosse comme une tête d'épingle, l'autre comme un pois. Cette dernière est végétante, douloureuse et saignote facilement. Sur le conseil de M. Gaucher, nous enlevons ces deux papillomes et cautérisons profondément avec le galvano-cautère à quatre reprises différentes. L'examen histologique fait avec soin montre qu'il s'agit de papillome simple pour la petite tumeur et d'épithélioma en évolution avec globes cornés très nets pour la plus grosse.

Il n'existe pas de ganglions; l'état général est assez satisfaisant. Nous continuons le traitement mercuriel.

En mai 1907 : En dehors de nous, le malade est traité avec les rayons X par un médecin spécialisé et ayant une expérience incontestée depuis le début de la radiothérapie. Après deux semaines d'application sur cette langue leucoplasique en transformation épithéliale, il se produit une *réaction atrocement douloureuse.*

Le malade vient nous revoir avec une langue énorme, rouge, excessivement douloureuse, ne pouvant se reposer ni jour ni nuit, ne prenant aucun aliment, même liquide, obligé de laisser s'écouler la salive qu'il ne peut déglutir et déterminé à mettre fin à ses jours si cet état persiste. Nous pensons être obligé de l'alimenter avec une sonde nasale.

Au bout d'une huitaine de jours, l'amélioration se produit. La langue desquame, la couche cornée leucoplasique n'existe plus ; mais les lésions papillaires et épithéliomateuses réapparaissent et nous obligent à une nouvelle destruction au galvano-cautère.

Pendant cinq mois l'hyperkératose réapparaît lentement, mais les douleurs ont disparu. Après sept mois, l'hyperkératose est redevenue si considérable que nous pensons confier le malade au Dr Morestin pour tenter une décortication de la langue.

En mai 1908 : Dans l'espace de trois semaines, il s'est produit une poussée excessivement rapide de dégénérescence épithéliale en surface de la langue. On voit, sur le tiers antérieur gauche de la langue, une ulcération végétante large de 2 centimètres, haute de 3 centimètres, très douloureuse, d'aspect papillaire, saignant facilement, étalée en surface.

En arrière, cette ulcération végétante est bordée d'un énorme placard d'hyperkératose.

A la face inférieure de la langue, près du plancher de la bouche, existe une ulcération analogue mais moins étendue, moins végétante, moins douloureuse.

Le malade a de la dysphagie douloureuse, avec salivation sanguinolente et fétide, des douleurs irradiées dans l'oreille. On sent des ganglions sous-maxillaires petits, indolores, roulant sous le doigt. Depuis deux mois, le malade a perdu 10 livres.

La récidive de l'épithélioma en surface et à marche rapide ne paraît pas douteuse.

MM. Gaucher et Dominici qui voient le malade confirment le diagnostic d'autant plus sûrement que l'examen histologique a été fait il y a un an.

Devant la marche rapide et l'issue fatale non douteuse, nous demandons à M. Dominici de vouloir bien appliquer le radium suivant sa méthode qui a donné des résultats dans un cas d'épithélioma de la lèvre intéressant déjà une portion muqueuse et qui est guéri.

Avec beaucoup de restrictions quant à l'avenir, M. Dominici applique la radiumthérapie.

Le 21 mai 1908 : Première application de deux heures et demie avec un appareil de :

500.000;
0,06;
2 millimètres de plomb;
20 épaisseur de papier.

Le 22 mai : Application de deux heures et demie ;
Le 23 mai : — —
Le 24 mai : Application de trois heures et demie.

La douleur et la salivation diminuent, le malade avale facilement du liquide. La langue commence à s'améliorer, les végétations épithéliales s'affaissent, la leucoplasie diminue sur ses bords.

Le 25 mai : Application de deux heures. — Les douleurs ont disparu.
Le 26 mai : Sixième application de deux heures.
Le 28 mai : Septième application de deux heures.

Le malade a reçu en tout dix-huit heures d'application de rayons du radium filtrés et mesurés d'intensité. Il peut se nourrir de lait, d'œufs, de panades.

Le 2 juin : Il commence à manger des aliments solides.
Le 10 juin : Il mange de tout sans inconvénient, même des sauces épicées, du vin, de la salade.
Le 13 juillet : Six semaines après le début du traitement, la langue est tout à fait guérie sur la face dorsale et le bord gauche.

L'hyperkératose a fondu sans desquamation apparente. L'ulcération végétante épithéliale s'est résorbée ; il reste au point de départ un petit papillome gros comme une tête d'épingle.

Du côté droit, sur la face inférieure de la langue, l'ulcération qui n'a pu être traitée facilement en raison de la difficulté de placer les appareils est cependant diminuée des deux tiers, bien qu'elle n'ait eu que quelques heures de séance.

Le 29 juillet 1908 : La guérison persiste, le petit papillome est disparu, l'ulcération inférieure très réduite, non douloureuse, non saignante.

Ce résultat rapide a été obtenu sans réaction aucune. Nous avons donc eu la surprise agréable de voir, en six semaines, sans réaction douloureuse, ni d'aucune sorte :

1° La résorption complète de la leucoplasie hyperkératosante ;
2° La disparition de l'ulcération épithéliale de la langue large comme le pouce.

Fait intéressant à enregistrer, le papillome devenu épithélioma, ce qui est l'évolution normale, semble avoir régressé en sens inverse pour devenir papillome avant de disparaitre complètement.

Nous signalons ce fait car nous savons que M. Dominici y attache de l'importance.

Que durera cette guérison obtenue si facilement, si rapidement ?

Tous les épithéliomas de la langue réagiront-ils aussi favorablement ?

L'avenir seul répondra. Mais nous considérons comme un devoir de publier cette observation, chez un malade suivi pendant deux ans, et chez lequel la radiumthérapie employée avec une méthode spéciale nous a donné, ainsi qu'à l'auteur d'ailleurs, des résultats aussi rapidement surprenants et encourageants.

M. G. FABRE
(Paris).

CALCUL ET CONSERVATION INDÉFINIE DE LA RADIO-ACTIVITÉ DES EAUX MINÉRALES

— 8 août —

Le radium, en dehors de son propre rayonnement, émet continuellement de l'émanation qui se comporte comme un gaz, se dissout dans d'autres gaz et dans certains liquides.

Cette émanation possède un rayonnement propre qui permet de la déceler et de la mesurer par les méthodes du *quartz piézo-électrique ou de l'électroscope*.

L'émanation de radium, enfermée en vase clos, se détruit spontanément suivant une loi, établie par Curie, qu'exprime la formule :

$$It = Io\ e^{-\lambda t}$$

formule qui peut se résumer ainsi :

L'émanation de radium, enfermée en vase clos, diminue de moitié en quatre jours.

On peut établir une courbe donnant de jour en jour la quantité d'émanation contenue dans un vase clos, si l'on connait la quantité initiale : Io. Portons sur l'axe des abscisses, les temps : 1 jour, 2 jours, 3 jours, etc., et, sur l'axe des ordonnées, les quantités correspondantes.

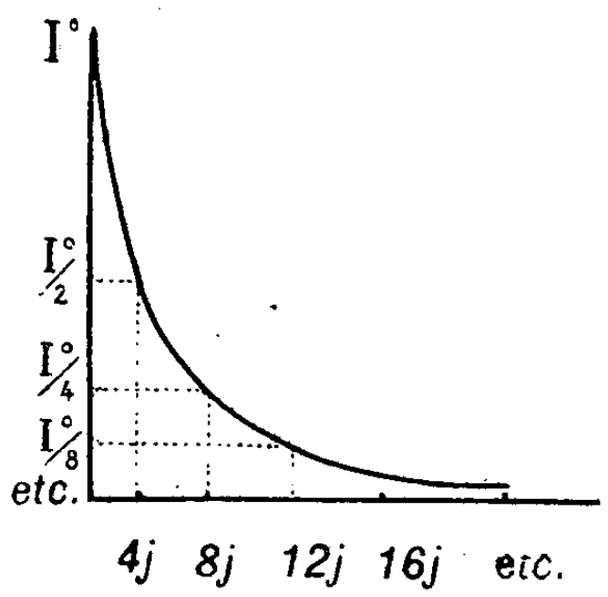


FIG. 1.

Le calcul nous montre qu'au trente-deuxième jour il ne reste dans le vase que $\frac{1}{256}$ de la radio-activité initiale : Io.

En ce qui nous concerne, les eaux minérales radio-actives sont exactement des solutions d'émanation de radium et se comportent comme telles. Aussi peut-on les considérer comme ayant perdu *toute leur radio-activité* au bout d'un mois de séjour en vase clos.

Or, la pratique thérapeutique a de tous temps reconnu que les eaux minérales sont incomparablement plus actives prises à la source que consommées en bouteilles, après un ou plusieurs mois.

Il était donc logique d'attribuer cette supériorité à l'émanation de radium

ou à l'état radio-actif qu'elle confère aux eaux minérales à leur émergence.

On a objecté que les observations basées sur les traitements suivis aux eaux, comparés aux cures à domicile, outre qu'elles pouvaient être erronées par l'influence du repos, du changement d'air, de l'altitude, etc., présentaient encore le grave défaut de ne pas éclairer le praticien sur le rôle de la radioactivité. En effet, les eaux vieillies peuvent avoir perdu leurs vertus avec leur radio-activité, mais cette infériorité peut aussi provenir de tout autre cause ignorée. Nous nous sommes donc proposé :

1° De conserver la radio-activité d'une eau fortement radio-active et froide;

2° D'en comparer les effets avec la même eau, puisée à la même époque, mais ayant perdu spontanément toute sa radio-activité;

3° Enfin de comparer ces observations avec des fiches prises aux sources mêmes.

I. — Conservation de la Radio-activité.

En théorie, la formule précédente nous permet de résoudre le problème. En effet, Curie a démontré qu'une quantité Q de radium dissoute dans un volume arbitraire d'eau, dégage, par minute, une quantité constante d'émanation quelles que soient la température ou la pression. Curie et Laborde ont pris pour unité la quantité d'émanation que dégage en une minute un milligramme de radium et l'ont appelée le *milligramme-minute*.

Si nous enfermons, en vase clos, la solution du radium Q, elle émettra donc toujours une quantité constante d'émanation qui s'accumulera dans le vase (—) pour s'y détruire suivant la première formule.

Mais, tandis que la quantité émise dans un temps donné sera constante, la quantité détruite dans le même temps sera de plus en plus grande à mesure qu'il y aura davantage d'émanation, jusqu'à ce que la quantité détruite compense la quantité émise. Il s'établira alors un équilibre et le vase contiendra toujours autant d'émanation.

Les quantités d'émanation contenues dans le vase pour un temps donné sont données par une deuxième formule découlant de la première et qui est la suivante :

$$I'_t = \frac{Q}{\lambda}\left[1 - e^{-\lambda t}\right].$$

On peut les figurer également par la courbe *(fig. 2)*.

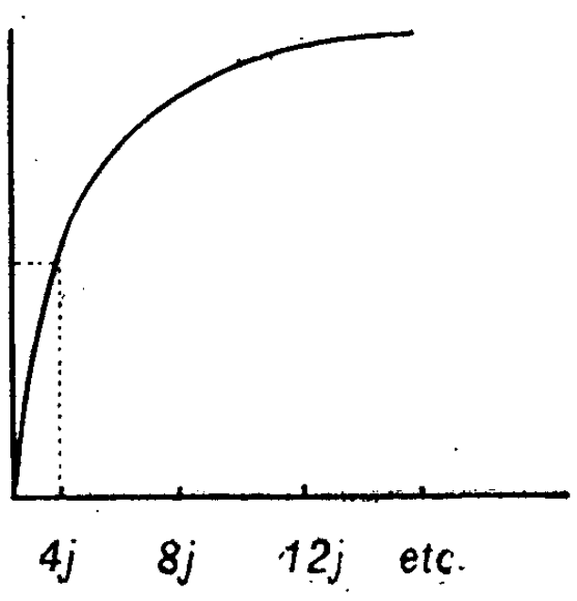


Fig. 2.

On conçoit donc que, pour conserver indéfiniment à une solution

d'émanation de radium sa radio-activité : Io, il suffit de lui ajouter une quantité de radium Q telle que :

$$\frac{Q}{\lambda} = Io.$$

Le vase clos contient alors deux quantités d'émanation :

1° L'émanation initiale Io qui devient pour un temps t :

$$It = Io\ e^{-\lambda t};$$

2° L'émanation produite par le radium Q qui est pour le temps t :

$$I't = \frac{Q}{\lambda}\left[I - e^{-\lambda t}\right] = Io\left[I - e^{-\lambda t}\right].$$

La quantité totale d'émanation est donc pour un temps t quelconque :

$$St = It + I't = Io\left[I - e^{-\lambda t} + e^{-\lambda t}\right] = Io.$$

Si nous remarquons, en effet, que les deux courbes sont symétriques, nous voyons que leur somme est constante et égale à Io.

Pénétré de cette théorie, nous avons demandé à M. Jaboin, docteur en Pharmacie, dont nous connaissions la méthode de radio-activation utilisable en pharmacologie, de faire sur l'eau de Bussang l'application de sa méthode basée sur les mêmes principes et qu'il a présentée, le 29 juillet, à la dernière séance de la Société de pharmacie de Paris.

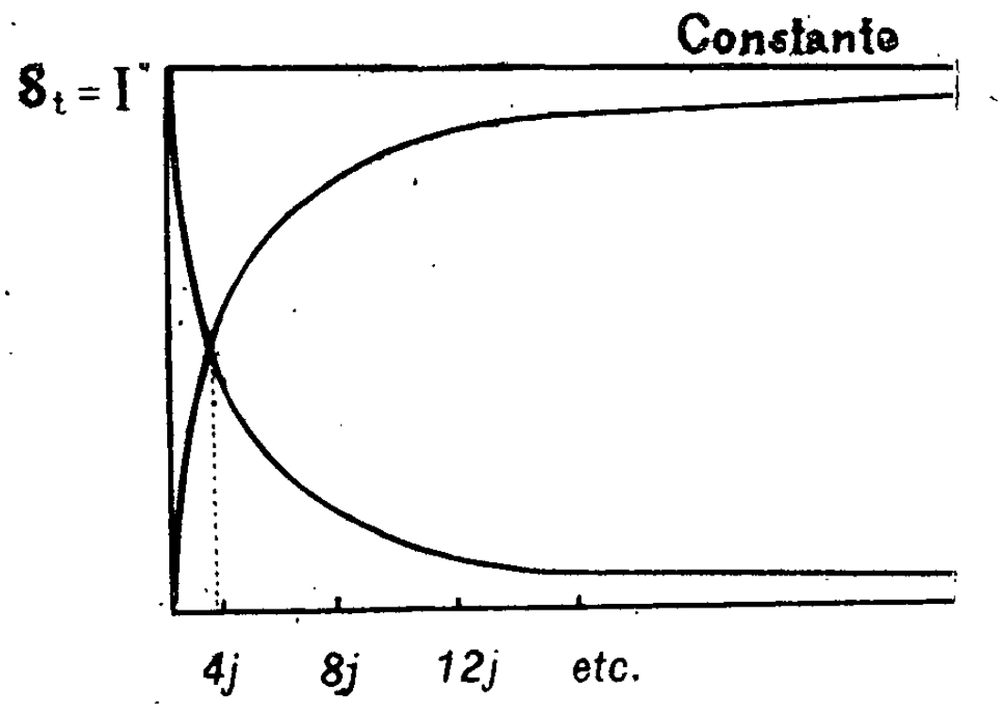


FIG. 3.

Ce mémoire contient un tableau qui permet de déterminer la quantité de radium nécessaire pour conserver indéfiniment à un corps une radio-activité donnée, en particulier, dans le cas actuel, à l'eau de Bussang.

Albert Laborde a mesuré sur place, à Bussang, la radio-activité des sources qui contenaient respectivement :

Grande Salmade	$1^{mg'},278$
Demoiselles	$0^{mg'},731$
Petite Salmade	$0^{mg'},664$
Source Marie	$0^{mg'},496$

SOIT EN MOYENNE : $0^{mg'},792$.

Trois mois après la radio-activation, A. Laborde a mesuré de nouveau l'émanation contenue dans les bouteilles ainsi préparées. Il a trouvé :

$0^{mg'},840.$

Une mesure effectuée préalablement par Jaboin et Baudouin, avec une proportion de radium correspondant à $0^{mg},01$ de radium par litre, donnait : $0^{mg'},860.$

La première partie du problème : *La conservation de la radio-activité*, est donc résolue avec toute l'approximation désirée, si l'on considère l'irrégularité très légère mais sensible du volume des bouteilles et les pertes de manipulation de substances aussi divisées.

II. — Observations cliniques.

Nous nous sommes adressé pour la seconde partie du problème au corps médical des hôpitaux de Paris et lui avons posé la question suivante :

Cette eau de Bussang, radio-active en permanence, maintenue *vivante* suivant l'expression consacrée, est elle supérieure à cette même eau de Bussang désactivée après plus d'un mois d'embouteillage ?

L'accueil réservé à ces recherches a réalisé nos espérances et nous devons en être reconnaissants aux médecins qui veulent bien collaborer à cette étude, malheureusement trop récente pour que nous puissions présenter un faisceau d'observations absolument indiscutable.

Il appartient au corps médical de pousser plus avant ces recherches et si quelques résultats sont déjà acquis, nous ne les signalons aux nouveaux intéressés qu'à titre d'indication.

BIBLIOGRAPHIE

Curie et Albert Laborde : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, mai 1904.

Moureu : *Journal de Pharmacie et de Chimie*. — *Société de Pharmacie de Paris*, 15 janvier 1903, 5 décembre 1906, 3 août 1904, 3 juillet 1907. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 5 novembre 1904, 6 décembre 1905, 16 juillet 1906. — *Répertoire de Pharmacie*, 1906, 495.

Ramsay et Cameron : *Chimical Society of London*, septembre 1907.

Moureu : *Les dégagements gazeux des sources thermales. Radio-activité et gaz rares*. — *La Revue scientifique*, 21 mars 1908.

Jaboin : *Pharmacologie du Radium*. — *Bulletin de l'Association des Docteurs en Pharmacie*, octobre 1906. — *Bulletin de la Société Médico-Chirurgicale de Paris*, novembre 1908. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 18 mai 1908.

Laborde : *Le Radium*, tome II, 1905, p. 386. — *Rapport sur la radio-activité des sources de Bussang*.

M. Léon BIZARD
(Paris).

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CRITIQUES SUR LE TRAITEMENT CHIRURGICAL ET PHYSIOTHÉRAPIQUE DU CANCER

— *4 août* —

Je désire présenter quelques considérations générales concernant le traitement chirurgical et physiothérapique du cancer, nos idées n'étant d'ailleurs, pour la plupart, que le reflet de l'enseignement de notre maître le Professeur Gaucher.

Le propre des tumeurs malignes est en premier lieu de s'étendre, de gagner sans cesse du terrain, quoi qu'on fasse, aux dépens des tissus et des organes de voisinage, de donner lieu à l'éclosion de noyaux secondaires et enfin de récidiver, c'est-à-dire de renaître, de se reproduire *in situ* ou à distance, même lorsque toute la tumeur, toute la partie malade semble avoir été très largement enlevée.

Ce n'est pas dans la très grande majorité des cas, parce que le cancer est une tumeur, mais bien parce qu'il est une tumeur *maligne* que certainement on a de si grandes difficultés à le vaincre, et c'est contre cette malignité, contre cette faculté de récidiver, que tous nos efforts thérapeutiques doivent tendre.

Avant l'ère chirurgicale, le cancer était sans traitement; avec l'antisepsie, puis l'asepsie, qui a permis bientôt aux chirurgiens de se montrer audacieux, quelquefois à l'excès, il a semblé que nous étions enfin en possession d'une arme, d'un moyen radical qui nous promettait les plus beaux résultats et qui bientôt, en effet, nous donna de très encourageants succès. Le cancer est une tumeur, se dirent les chirurgiens, enlevons donc la tumeur et, du même coup, nous guérirons le cancer; mais le cancer presque aussitôt récidivait !

C'est, pensait-on en mieux observant, que si le cancer est une tumeur, il est une tumeur à limites imprécises qui présente au loin du néoplasme primitif, les éléments septiques spécifiques, des noyaux aberrants se propageant par les vaisseaux blancs jusqu'aux ganglions lymphatiques, parfois loin situés.

C'est alors qu'on porta le bistouri, très en dehors des parties malades, qu'on tailla en plein tissu sain, qu'on extirpa les ganglions; les interventions chirurgicales si complètes ont donné et donnent encore des succès, il n'en faut pas douter; mais il faut constater aussi que dans un temps et que même dans de telles conditions les récidives sont encore très fréquentes, en fin de compte, il faut avoir le courage d'affirmer que si les

résultats des interventions chirurgicales sur les cancers viscéraux, et notamment sur les cancers des voies digestives, sont lamentables, la chirurgie des néoplasmes superficiels donne, elle aussi, d'assez nombreux insuccès pour considérer que la chirurgie pure, n'est rien moins que le traitement décisif du cancer.

Le bistouri, d'ailleurs, en ouvrant largement les vaisseaux, et si loin de la tumeur que ces vaisseaux soient sectionnés, ne permet-il pas un ensemencement général de produits toxiques, de produits néoplasiques? On a le droit de le craindre, et c'est pour cette raison qu'il est parfaitement logique de penser que toutes les fois qu'une tumeur doit être excisée, nous préférerions, nous ralliant absolument aux idées de notre maître, M. le Professeur Gaucher, l'emploi du thermocautère.. La logique seule, l'argument du bon sens obligent à penser que brûler ici vaut mieux que couper. Un arbre coupé, même à sa base, ne va pas manquer de renaître par un très grand nombre de tiges aberrantes. Attaquons, au contraire, cet arbre par le feu, brûlons-le profondément, détruisons toutes les racines, vous pourrez être alors certain que l'arbre est définitivement mort et qu'aucune branche ne repoussera plus de ce terrain carbonisé. La méthode de la carbonisation de M. Gaucher est déjà sans nul doute un progrès sur l'excision par l'instrument tranchant.

Mais cependant, il nous faut encore le répéter, enlever une tumeur cancéreuse même par les moyens les plus appropriés, ne suffit pas à guérir le cancer, et si la chirurgie doit encore intervenir dans la majorité des cas, il ne semble plus qu'elle doive continuer à avoir un rôle prépondérant et se suffire à elle-même ; il faut quelque chose de plus que la simple excision, il faut un élément nouveau qui aura pour mission de détruire, dans la surface cruentée les éléments néoplasiques, les cellules dégénérées qui, auront échappé au couteau ; le rôle de cet élément nouveau sera, en effet; disons-le tout de suite, de lutter contre l'anarchie cellulaire des tissus dégénérés et de ramener les cellules néoplasiques vers leur type normal physiologique et biologique.

Un moment, il a semblé qu'une méthode nouvelle, la *radiothérapie*, allait constituer un progrès sensible dans la thérapeutique anticancéreuse. La radiothérapie fait disparaître, en effet, et guérit même certains cancers ; voilà un fait. Il est cependant de si nombreuses et de si sérieuses critiques à formuler contre la radiothérapie que, véritablement, on est en droit de se demander, comme nous le disions dans une récente séance de la Société de Dermatologie, si cette méthode ne devra pas avant peu être complètement abandonnée. Les critiques auraient besoin, certes, d'être justifiées, et pour cela nous ne manquerions pas de preuves à apporter ; mais cette discussion nous entraînerait à de trop longs développements, et il nous suffira d'exposer très brièvement :

1° Que la radiothérapie, capable de faire disparaitre rapidement et de façon élégante certains épithéliomes superficiels, certains sarcomes même très étendus (L. Bizard et Albert Weil), est, par contre, impuissante contre les cancers profonds. A peine a-t-elle parfois dans ces cas une action analgésique heureuse.

2° La radiothérapie, appliquée aux cancers superficiels étendus ou aux cancers viscéraux, même en agissant par morcellement, comme le recommande toujours très justement dans ses leçons le Professeur Gaucher, entraine des phénomènes d'intoxication par résorption des produits néoplasiques ; et nous affirmons que de nombreux cas de mort, qui sont beaucoup plus nombreux qu'on ne pense, sont dus à l'application des rayons X.

3° La radiothérapie, enfin, peut avoir une action néfaste sur certaines formes de cancers, et donner alors un véritable coup de fouet à des lésions longtemps torpides et bien supportées.

Ces deux dernières observations trouvent du reste leur preuve dans l'étude du mécanisme histologique des rayons X.

Les rayons X, en effet, ont certainement une action élective sur les éléments néoplasiques ; ils entrainent la fonte des cellules cancéreuses superficielles, dont les vestiges ont été lancés dans le torrent circulatoire ; en même temps, les parties profondes de la tumeur sont désagrégées et on peut retrouver non loin de la tumeur, même bien longtemps après la radiothérapie, de petits amas cellulaires composés de deux ou trois éléments gardant leur activité et pouvant devenir autant de noyaux secondaires, d'où les récidives si fréquente, après la radiothérapie qui, malgré quelques succès, restera une méthode aveugle, inconstante et exigeant de ceux qui l'utilisent une parfaite habileté et une très grande expérience de la question.

Avec la *radiumthérapie*, nous entrons dans la voie d'une conception nouvelle du traitement anti-cancéreux, et, à notre avis, nous le dirons sans tarder, rien n'est plus extraordinaire que cette action du radium sur les lésions néoplasiques. Il appartient certes à des voix plus autorisées de prendre la parole sur cette question de la radiumthérapie : cependant, nous devons dire quelle est notre admiration pour les résultats obtenus, grâce, il est vrai en grande partie, à la science si complète de notre éminent ami Dominici.

Nous nous permettrons certes tout d'abord une critique à la méthode, c'est d'employer un produit trop précieux et trop rare ; mais cette observation d'un ordre très spécial étant faite, il nous apparait que, par la suite, on peut espérer obtenir par la radiumthérapie, même dans les cancers profonds, les plus beaux résultats. Ici, en effet, il ne s'agit plus d'extirper chirurgicalement la tumeur, il ne s'agit même plus de supprimer le

néoplasme par un procédé physiothérapique, car il est prouvé par les examens de Dominici que l'action du radium n'est pas destructive, mais se résume principalement en une action de rénovation cellulaire. La cellule, modifiée et dégénérée, reprend, en effet, sous l'influence des rayons γ son type primitif d'avant son évolution épithéliale, et, si, en synthétisant nous considérons l'amas cellulaire qui compose la tumeur, nous voyons que ce bloc néoplasique, par une sorte de retour en arrière, redevient du tissu normal sous l'influence du radium. Il n'est certes pas dans la science d'exemple thérapeutique plus extraordinaire et il n'est pas de procédé donnant, grâce aux améliorations qu'on se propose d'appliquer à la méthode, les plus encourageantes promesses. A ce propos, nous imaginons que sans doute il pourrait être utile de mettre plus en contact les éléments radifères avec la cellule malade et il y aurait avantage à décaper mieux qu'on ne le fait les lésions et peut-être même à gratter, à curetter, à exciser toutes les parties de la tumeur pour soumettre ensuite la région cruentée à l'influence du radium.

Cette double intervention chirurgicale et physiothérapique est réalisée par la méthode de M. de Keating-Hart : *la Fulguration*, dont nous avons, d'autre part, décrit la technique dans un article récent (*Journal de Physiothérapie*, juillet 1908). La Fulguration consiste, comme on le sait, à faire agir, après excision aussi complète que possible de la tumeur, des étincelles de haute fréquence brusques, compactes et froides. Cet acte chirurgical est un point capital de la méthode, car les effets de la haute fréquence sont décuplés, peut-on dire, lorsqu'on agit sur une surface cruentée; nous l'avons déjà constaté depuis plusieurs mois en traitant de cette façon (curetage suivi d'étincelage) plusieurs cas de lupus, d'eczémas lichénifiés, voire même des plaques de psoriasis résistantes. Les expériences récentes de MM. Zimmern et Trouste n'ont fait que confirmer cette observation.

Quoi qu'il en soit, la Fulguration, méthode combinée chirurgico-électrique, n'en est plus à compter ses succès dans les cas de *cancers* les plus désespérés et ayant résisté à toutes les autres méthodes (Keating-Hart, Juge, Desplats, Bizard, etc.).

Nous rappellerons, en quelques mots, que pour procéder à la fulguration, dans un premier temps et avant de procéder à l'acte chirurgical, il convient d'étinceler toute la région envahie. De cette façon, on pratique une véritable ligature sur tous les petits vaisseaux péri-néoplasiques et on empêche l'envahissement du sang et de l'économie par les cellules dégénérées et les produits toxiques; on va donc pouvoir, par la suite, exciser largement, enlever toute la tumeur, puis à nouveau on pratiquera d'une façon spéciale un long étincelage. Cette fulguration va avoir plusieurs conséquences; c'est d'abord la fermeture des vaisseaux capillaires qui se

révèle par l'arrêt presque immédiat de l'hémorragie sous l'influence des étincelles ; c'est aussi la stérilisation en surface et en profondeur des germes néoplasiques ; c'est encore la destruction élective de toutes les cellules cancéreuses ou en voie de dégénérescence ; et c'est enfin et surtout les modifications dans la vitalité des cellules périnéoplasiques. Nous croyons, en effet, qu'on arrivera à rapprocher singulièrement les effets du radium de ceux de la fulguration. Il ne restera entre les deux méthodes que la différence, si considérable, d'application. Le radium sera la méthode lente, la fulguration constituera l'intervention rapide, et les deux procédés auront forcément des indications ; mais les résultats cliniques et histologiques seront superposables : fulguration et radium aboutiront au même résultat de rénovation cellulaire. Pour nous résumer nous répéterons que tant qu'on voudra se contenter d'extirper chirurgicalement les tumeurs, on retardera peut-être l'évolution du cancer, mais on ne le guérira pas. La tumeur néoplasique n'est pas, en effet, une tumeur à limites nettement précises, elle n'est jamais une affection purement locale, elle est constituée d'une façon toute spéciale, on y trouve des cellules à tous les stades de dégénérescence ; or, il ne suffit pas de séparer de l'organisme ces cellules malades par une section nette ; après l'acte chirurgical, forcément incomplet, il faut encore par un procédé biophysique (haute fréquence, radium) agir sur les cellules dégénérées ou en voie de dégénérescence, qu'on ramènera de cette façon à leur structure normale et qu'on obligera à évoluer à nouveau vers la forme à laquelle, embryologiquement, elles étaient destinées.

M. JUGE

(Marseille.)

CHIRURGIE DU CANCER ET FULGURATION

— 4 août —

J'apporte ici une statistique de cancers, graves pour la plupart, que j'ai traités par la méthode de la *fulguration*, en collaboration avec Keating-Hart.

Cette méthode est essentiellement électro-chirurgicale. Elle comporte une action électrique et une action chirurgicale, toutes deux indispensables, mais aussi très spéciales dans les principes qui les dirigent, dans leur technique et leurs réactions physiologiques.

La statistique comprend 40 cas : 2 cancers du crâne, 7 de la face, 4 de la langue, 3 des lèvres, 3 de la muqueuse buccale, 2 du maxillaire supérieur, 8 du sein, 6 de l'utérus, étendus ou non au vagin et aux ligaments larges, 2 du rectum, 3 de la vulve ; enfin une sarcomatose diffuse.

En se plaçant au point de vue du degré de la lésion, je divise mes cas en :

A. — *Cas inopérables par la chirurgie pure et incurables par tout autre moyen.* Traités par la méthode de fulguration :

19 cas, dont 4 échecs. Ceux-ci comprennent : 1 utérus avec infiltration complète du bassin et englobement de la paroi postérieure de la vessie ; 1 cancer de l'oreille avec envahissement de la boite cranienne, et 2 langues, dont l'une, atteinte de récidive après deux opérations chirurgicales pures, s'accompagnait de l'infiltration du plancher de la bouche.

3 améliorations. Il s'agissait, dans un cas, d'un énorme cancer ayant dévoré la moitié de la face, y compris la cavité orbitaire ; depuis un an, ce malade, en partie cicatrisé, travaille aux champs. Dans l'autre cas, il s'agissait d'un malade qui, ayant subi la radiation du maxillaire supérieur, récidivait deux mois après de façon affreuse ; actuellement, ce malade ne souffre plus. Le début du traitement remonte à huit mois.

12 guérisons (j'entends par là la *guérison apparente et actuelle*, c'est-à-dire disparition du cancer, cicatrisation de la plaie et bon état général). Ces 12 cas se répartissent ainsi : 1 cancer du crâne, l'os frontal étant envahi (cicatrisation depuis dix-neuf mois) ; 2 de la muqueuse buccale (cinq et onze mois) ; dans l'un de ces cas, le néoplasme avait envahi le rebord du maxillaire inférieur, partie du bord gauche de la langue et de son sillon, et, enfin, le pilier antérieur du voile du palais ; 3 cancers du sein (vingt-sept, vingt-huit et vingt-neuf mois) ; 1 de l'utérus avec greffe vaginale et bloc remplissant le ligament large (huit mois) ; 2 du rectum (cinq et vingt mois) ; 2 de la vulve (quatre et sept mois).

B. — *Cas opérables par la chirurgie pure, mais avec grand délabrement.* — Traités par la méthode et actuellement guéris (toujours d'une façon apparente) :

7 cas : 4 faces (quatre, huit, quatorze et quinze mois) ; 1 lèvre (quatre mois) ; 1 maxillaire supérieur (quatre mois) ; 1 sein (huit mois).

C. — *Cas opérables normalement par la chirurgie pure.* — Traités par la méthode et actuellement guéris :

7 cas. 7 guérisons ; durée oscille entre trois et onze mois.

D. — Je compte ici 7 cas disparus d'affections intercurrentes avant que nous ayons pu juger du résultat, qui s'annonçait pourtant, dans presque tous les cas, favorable.

Tels sont les résultats, au point de vue vital.

Les principes de l'action chirurgicale sont nouveaux. C'est l'exérèse, au ras même de la lésion *macroscopique*, et sa destruction par la curette ou le bistouri.

C'est une chirurgie nettement insuffisante et même nocive, quand il s'agit du cancer. Ce caractère donne une réelle valeur thérapeutique à l'étincelage, puisque cette méthode est capable, comme dans nos cas, d'amener la cicatrisation des cas simples et même d'un grand nombre de cas avancés ou complètement inopérables, c'est-à-dire échappant à une ablation étendue.

Pour tout dire, la *chirurgie élimine, l'étincelle cicatrise.*

A remarquer, en outre, des phénomènes réactionnels spéciaux, entre autres : la *lymphorrhée*, presque constante, et une vigueur de bourgeonnement que je caractériserai volontiers de phénomène de *vitalisation.*

J'ajoute que, bien souvent, je n'ai pas eu à me préoccuper des ganglions, même dans les cas de lésion avancée. En effet, ceux-ci restent souvent stationnaires, régressent même parfois ; d'autres fois, ils se fibrosent ou bien se caséifient et sont comme nucléés, extériorisés et séparés des parties profondes par de véritables lamelles fibreuses de néoformation. Dans ces cas, il est facile d'en avoir raison par une intervention s'inspirant des mêmes principes que l'ablation de la tumeur principale. On peut, d'ailleurs, attendre des semaines ou des mois, suivant les cas, avant de les enlever.

Les métastases cutanées peuvent être traitées de la même façon, c'est-à-dire par une exérèse très limitée et plus ou moins tardive, suivant leur évolution.

Discussion. — M. Rappin (Nantes) ne croit pas qu'il s'agisse, dans l'action si remarquable que possèdent à la fois les rayons X du radium et les courants de haute fréquence sur le cancer, d'une simple cautérisation. Il rappelle avoir observé pour la première fois, en 1880, et décrit dans une série de mémoires, de 1886 à 1892, un microcoque intracellulaire dans les tumeurs malignes.

Ce microbe a été isolé et cultivé par lui dans le même temps et a reproduit même certaines tumeurs par inoculation. M. Rappin pense que les agents dont il vient d'être parlé, et qui sont actuellement utilisés dans la cure du cancer, amènent peut-être des résultats aussi favorables par une action microbicide, en dehors des autres modes d'action qu'ils peuvent posséder.

M. Dominici. — Si le radium agit sur le parasite possible du cancer, c'est surtout en modifiant l'évolution cellulaire et non pas en détruisant directement le parasite.

On a trop de tendance à attribuer la régression des tumeurs à des phénomènes de destruction. Celle-ci est primée par l'évolution cellulaire.

M. Th. Guilloz (Nancy). — Le résonnateur d'Oudin permet d'appliquer des étincelles monopolaires sous une forme très souple que l'on peut faire varier continuement et dont on schématise les conditions extrêmes en disant qu'on emploie des étincelles longues et grêles ou des étincelles courtes et chaudes. En novembre 1902, j'ai présenté à la Société de Médecine de Nancy un appareil pour la thermocautérisation ainsi pratiquée. En août 1902, au Congrès d'Électrologie de Berne, j'avais déjà indiqué que je me servais du résonnateur d'Oudin pour le traitement des nœvi, des papillomes, des verrues, du lupus. Un réglage de la résonance peut donner des étincelles courtes et très chaudes rendues supportables sans anesthésie, comme les pointes de feu. En 1904, Strœbel (*Deutsche medizinische Wochenschrift*. 7 janvier 1904) publia comme nouveau le traitement du lupus par les étincelles courtes et très chaudes de la haute fréquence. On peut voir toute la similitude qui existe entre son travail et les conclusions que j'avais formulées. La caractéristique du procédé de M. Keating-Hart consiste dans ce fait qu'il curette la modification de la surface, au fur et à mesure qu'il la produit jusqu'à ce qu'il atteigne le plan profond de la tumeur. Il emploie des étincelles grêles et non, comme MM. Rivière et Doyen, des étincelles courtes et chaudes. Je passe sous silence la technique. On développe un peu partout, en France et en Allemagne, un outillage vraiment formidable pour le but à atteindre.

Je ne veux rien dire que de très louangeux au sujet des résultats obtenus par MM. Keating-Hart et Juge, mais seulement discuter un peu sur l'essence même de la chose, à savoir si dans l'application de l'étincelle d'Oudin nous avons une action thérapeutique différente de celle qui est déjà connue, en d'autres termes s'il existe une action spécifique sur les tissus des tumeurs. C'est une question que nous autres électrothérapeutes nous devons poser et peut-être résoudre avant d'admettre que « nous fulgurons les néoplasmes ». En attendant que l'on me démontre d'autres effets de l'étincelle, je continue à penser que, à part peut-être quelques actions disruptives de l'étincelle semblables au craquellement que donnent sur de mauvais conducteurs certaines décharges, et manifestes surtout avec de longues étincelles, nous possédons seulement dans l'étincelle du résonnateur d'Oudin un moyen très commode d'appliquer des pointes de feu sous une forme variée.

Je suis prêt à changer d'avis quand il le faudra, mais rien n'oblige jusqu'ici à la nécessité de faire entrer en jeu un autre mode d'action pour interpréter les faits. L'argumentation contraire à la thèse que je soutiens est la suivante : La fulguration n'agit pas comme les autres altérants, parce que le galvanocautère, le thermocautère, etc., employés comme elle à la destruction des tumeurs, ne donnent pas les mêmes résultats. Ces cautérisations agissent peut-être d'une façon différente, tout simplement parce qu'elles ne sont pas faites de la même façon. Il y a lieu de se demander si, par exemple, M. le professeur Gaucher, dans son procédé de thermocautérisation des tumeurs, n'arriverait pas au même résultat que M. Keating-Hart, s'il faisait, par thermocautérisation, des pointes de feu aussi fines, disséminées, peu confluentes, qu'il est possible de les avoir par l'étincelle électrique qui peut les donner microscopiques. Les actions destructives, modificatrices immédiates, obtenues sur le tissu, peuvent l'être par des agents physiques ou chimiques bien différents, le résultat final observé, le seul important en pratique, ne dépend que de la manière dont le tissu réagit à la modification primitive. Je crois pouvoir dire que tout au moins le plus souvent, pour ne pas dire toujours, il le fait indépendamment de la nature de l'agent modificateur tout semblant seulement dépendre de la manière dont celui-ci y a été réparti. Rien n'est plus opposé au point de vue descriptif que les résultats d'une électrolyse négative (galvanocaustie basique) et d'une électrolyse positive (galvanocaustie acide) tant au point de vue immédiat qu'au point de vue consécutif, et chacun connaît les descriptions que l'on en fait. Elles sont exactes dans les conditions où les auteurs se sont placés. Il n'en est pas moins vrai, et je l'avais avancé en 1902 (Congrès de Berne), que, par l'action de l'un ou l'autre pôle, on peut arriver, après la néoformation des tissus donnée par leur réaction, à des aspects identiques, macroscopiques et microscopiques. Il suffit de varier les conditions de l'électrolyse de manière à avoir une répartition identique du caustique soit acide, soit alcalin.

En résumé, il n'est pas besoin de faire appel à une influence un peu occulte d'agents nouveaux pour expliquer les actions différentes jusqu'ici observées de l'étincelle et des divers procédés de cautérisation. Le mérite des auteurs qui introduisent dans l'usage thérapeutique des applications rendant service doit être apprécié. Là est une innovation suffisante et il n'est pas besoin, pour en augmenter la valeur qu'elle soit faite par des agents ou des processus nouveaux.

M. DE KEATING-HART. — Je suis heureux de la question de M. Guilloz : La possibilité d'assimiler l'action de l'étincelle à celle d'un caustique thermique ou autre a déjà été envisagée par quelques-uns.

Je ne crois pas à la justesse de cette objection. S'il en était ainsi, l'exérèse du cancer au thermocautère, qui fait une escarre beaucoup plus profonde que l'étincelle, aurait donné les résultats au moins égaux à ceux de la fulguration, ce qui n'est pas. Le pouvoir cicatrisant de l'étincelle m'a paru très supérieur à celui des autres agents, chimiques ou physiques, et cela à la suite des expériences faites par moi sur les plaies gangreneuses ou torpides, telles qu'ulcères diabétiques, variqueux ou radiodermites que la fulguration a cicatrisées aisément après échec de tous les autres agents. Mon opinion actuelle est tellement ferme à ce sujet que je cherche à séparer autant que possible l'élément chaleur de l'élément électricité pure dans l'action de l'étincelle, et cela à l'aide d'une soufflerie gazeuse circulant dans mon électrode et par des déplacements constants de l'instrument à la surface de la plaie, pendant l'étincelage.

Quant à l'instrument proposé par M. Bordier, je pense qu'il n'est pas utilisable dans beaucoup de cas justement parce qu'il y manque une soufflerie intérieure. Je remercie M. Bergonié des détails donnés par lui sur les malades opérés à Bordeaux. Et, à ce propos, il est intéressant de répéter que la récidive dans l'application de la fulguration n'a rien qui, en général, doive effrayer. Les bornes étroites de l'intervention exposent à ces réapparitions isolées de noyaux. On est toujours à temps pour les fulgurer successivement à la façon dont M. Desplats l'a fait avec plein succès dans le beau cas de branchiome guéri qu'il vient de publier. Les récidives surveillées et fulgurées successivement, ont une lenteur d'évolution après la fulguration qui permet, dans le cas où l'intervention première n'a pu être suffisante., des retouches répétées avec succès final, à condition qu'on ne laisse pas au mal le temps de reprendre ses dimensions primitives.

M. L. RAOULT-DESLONGCHAMPS

(Paris).

SUR L'ACTION THÉRAPEUTIQUE DES RAYONS X

— 4 août —

Les premières applications thérapeutiques des rayons X furent faites pour des tumeurs malignes et, en observant la diminution de volume de ces tumeurs sous l'influence des irradiations, on fut de suite amené à penser que les rayons X avaient un pouvoir destructif spécial sur la cellule malade, que ce pouvoir était en outre électif en ce sens que la cellule cancéreuse seule était détruite, tandis qu'au contraire les tissus sains étaient respectés. D'ailleurs, l'action nécrosante que l'on peut observer même sur les tissus sains, lorsqu'on a donné une forte dose de rayons X, était bien propre à faire admettre cette action destructive qui atteignant d'abord les tissus malades était susceptible de se manifester sur les tissus sains lorsque la dose devenait trop considérable.

D'autre part les examens histologiques de tumeurs traitées par la radiothérapie ont montré des cellules cancéreuses en voie de destruction, avec

altération dans leur forme et leur structure et ont confirmé les radiologues dans cette idée que partagent, je crois, aujourd'hui tous les médecins s'occupant de radiologie.

Cependant, les applications thérapeutiques des rayons X s'étant étendues à d'autres affections et ayant donné d'excellents résultats dans les leucémies, dans les adénites, dans les plaies atones, tels les ulcères variqueux, les lupus, les eczémas chroniques, etc., il semble bien difficile d'admettre que dans ces cas il s'agisse seulement d'une action élective et destructive sur la cellule malade et de l'examen de nos résultats nous avons été amenés à penser que cette action destructive des rayons X n'était qu'un épisode tout à fait secondaire, qu'il était entièrement dominé par l'action qu'exercent les rayons X sur les globules blancs, sur la phagocytose.

Les préparations histologiques nous montrent, en effet, qu'un animal dont une région a été exposée aux rayons X présente dans les jours qui suivent l'irradiation une véritable infiltration leucocytaire de la région irradiée; d'autre part, nous avons constaté que la sécrétion abondante que provoquaient dans les tumeurs ouvertes les traitements radiothérapiques contenait une grande quantité de leucocytes, de polynucléaires; et il ne nous paraît pas douteux que ce sont des phénomènes phagocytaires provoqués par les rayons X qui expliquent et la cicatrisation des plaies atones, et la guérison des eczémas chroniques, et la disparition des adénites et même la destruction plus abondante des cellules cancéreuses. Y a-t-il, en même temps, action spéciale sur la cellule cancéreuse, action d'altération, action de vieillissement qui la rend susceptible d'être phagocytée? Le fait est probable quoique non certain, le phénomène d'altération pouvant se produire par un processus indirect, tel que ces propriétés hémostatiques qu'on a pu faire acquérir à certains sérums.

D'autre part, les rayons X provoquent-ils simplement une attraction des phagocytes dans la zone irradiée, ou y a-t-il en même temps une action chimiotaxique qui exalte l'action phagocytaire des leucocytes? Quoique cette dernière hypothèse nous semble probable, rien ne nous permet actuellement de l'affirmer.

Ce mode d'action thérapeutique des rayons X par la phagocytose nous est confirmé par l'action d'autres agents physiques, tels la lumière, la chaleur, l'air chaud, l'étincelle de haute fréquence, etc., qui souvent donnent des résultats analogues à ceux obtenus par la radiothérapie et qui agissent en provoquant au point traité de la congestion, un afflux de sang plus considérable et en même temps une phagocytose plus intense. C'est également le processus de la méthode congestive de Bier.

Les sérums eux-mêmes ont une action sur la leucocytose qui semble susceptible d'expliquer leurs meilleurs effets. Enfin il n'est pas jusqu'aux médicaments chimiques et galléniques qui n'aient souvent une action

analogue ; et je crois, par exemple, que si on réfléchissait bien, il serait difficile d'admettre que, pour tarir une suppuration, un antiseptique puisse aller détruire le microbe en respectant les cellules de l'organisme beaucoup plus sensibles et beaucoup plus fragiles, et si ces médicaments donnent des succès incontestables, nous sommes persuadés qu'il faut les attribuer non pas à leur action sur le microbe, mais à leur action congestive, à leur action sur la phagocytose.

En résumé, qu'il s'agisse de certains médicaments chimiques ou galéniques, qu'il s'agisse de ces agents physiques qui, au cours de ces dernières années, ont rénové la thérapeutique, qu'il s'agisse encore d'autres moyens physiques si en honneur dans la thérapeutique de nos pères, tels que les pois cautères, les vésicatoires, les sétons, les ventouses, les pointes de feu, etc., le résultat semble toujours se ramener à une action congestive, à une révulsion et, consécutivement, à une action phagocytaire qui pour nous est la base de toute thérapeutique.

Et, ainsi, nous arrivons à cette idée que le médicament, quel qu'il soit, a une action non pas sur le mal lui-même, mais sur les moyens de défense de l'organisme qui reste toujours le propre artisan de sa guérison.

L'observation des faits cliniques vient à l'appui de notre manière de voir. Il est fréquent d'observer une tumeur, cancer ou sarcome évoluant avec une grande lenteur; la tumeur a apparu, grossi un peu, puis est restée stationnaire; si le sujet a par ailleurs un bon état général. la tumeur abandonnée, sans aucun traitement ne progresse plus; elle peut ainsi rester des années et une maladie intercurrente pourra venir enlever le malade avant que la tumeur se soit davantage développée. On peut admettre que le malade vit en état d'équilibre; sa résistance diminuée un moment a permis l'éclosion d'une tumeur, puis son état phagocytaire étant redevenu normal, la tumeur ne progresse plus; ses leucocytes luttent contre l'envahissement par les tissus de nouvelles formations, le malade est en état d'équilibre phagocytaire.

Mais que cet état d'équilibre soit troublé, soit par une maladie, soit, comme nous l'observons plus fréquemment, par une opération intempestive, et nous voyons se produire ces cas de généralisation rapide qui enlèvent le malade en quelques semaines, en quelques mois, qui, en tout cas, ont amené une progression du mal que rien ne faisait supposer devoir être aussi rapide. Et il semble précisément que ce sont les opérations radicales qui, forcément, amènent une grande perte de sang, qui soient susceptibles d'être suivies de phénomènes de généralisation rapide.

Mais, me dira-t-on, ces cas de généralisation, ces résultats mauvais, on aurait pu les prévoir si on avait pratiqué l'examen histologique de la tumeur; car on sait qu'il y a des formes histologiques méchantes, récidivant sûrement, tandis que d'autres sont bénignes. Mais ne pourrait-on

pas sans préjuger de l'étiologie du cancer, expliquer ses différentes formes histologiques par la résistance plus ou moins grande qu'offre le terrain à la progression de la tumeur? et les formes histologiques bénignes seraient précisément celles qui se développent sur un terrain résistant.

Il est des points où les cancers semblent particulièrement sensibles à l'action des rayons X, ce sont particulièrement les cancers de la face qui donnent les meilleurs résultats; mais c'est précisément la région la mieux irriguée, celle où il semble le plus facile d'obtenir des phénomènes congestifs rapides et consécutivement une phagocytose très active.

Mais alors si l'on veut bien admettre cette influence phagocytaire des rayons X, il en découle une série de conséquences et, au point de vue des affections susceptibles de bénéficier d'un traitement par les rayons X et au point de vue de la façon dont on doit appliquer les traitements radiothérapiques.

Toutes les maladies où on recherche un effet révulsif local (arthrites, tuberculoses localisées, affections cutanées, névrites, etc.) sont susceptibles d'être traitées avec succès par les rayons X, et, d'autre part, on obtiendra un résultat d'autant meilleur que l'effet révulsif pourra être plus localisé, et que le terrain sera plus résistant, permettant de déterminer, en un point donné, un appel des leucocytes qui ne sont pas indispensables au bon fonctionnement des autres parties de l'économie.

Quant à l'application de ces données au traitement, on peut d'abord en déduire que le résultat sera d'autant meilleur que l'état général, que l'état phagocytaire sera lui même meilleur, et nous avons souvent observé que le pronostic était beaucoup plus favorable chez les malades congestifs, paraissant bien portants que chez ceux qui, déjà anémiques, cachectisés, ne pouvaient mettre en action qu'une phagocytose très affaiblie. De plus, il parait dangereux de provoquer, chez ces malades déjà affaiblis, une réaction trop vive et la formule admise aujourd'hui que le traitement radiothérapique doit viser à faire absorber par le malade le maximum d'irradiations compatibles avec l'intégrité des tissus, nous semble absolument à rejeter, car on doit tenir compte de la réaction phagocytaire variable chez chaque sujet, réaction que l'on doit entretenir mais que, dans aucun cas, on ne doit s'exposer à épuiser. C'est, d'ailleurs, un fait maintenant reconnu qu'une même dose de rayons X peut être bien tolérée par un malade et provoquer des accidents chez un autre malade; n'est-ce pas là la manifestation d'une réaction phagocytaire variable suivant le terrain où on l'a provoquée?

D'autre part, nous sommes amenés à préférer les traitements à doses fractionnées répétées toutes les semaines, de façon à entretenir la réaction phagocytaire sans s'exposer à la surmener : ce qui expose à des généralisations; et comme il parait incontestable qu'une tumeur ayant subi le traitement radiothérapique évolue ensuite beaucoup plus rapidement lors-

qu'elle a été abandonnée à elle-même, il ne faut jamais cesser brusquement un traitement radiothérapique; le mieux serait, dans les cas de cancer, de le continuer, à intervalles éloignés, pendant toute la vie du malade; mais lorsque ce n'est pas possible, il faut diminuer progressivement et les doses et la fréquence des traitements.

En tout cas, il importe de suivre constamment son malade de façon à toujours maintenir, sans jamais fatiguer, cette action phagocytaire à laquelle nous semble surtout due l'action thérapeutique des rayons X.

M. FRÉDET

(Royat).

ACTION DU BAIN DE ROYAT SUR LA PEAU SAINE ET MALADE.

— 4 août —

Je crois utile de rappeler, avant de signaler l'action du bain de Royat sur la peau saine ou malade, ses propriétés physiques et sa constitution chimique.

Le bain le plus généralement employé est celui qui est fourni par la source Eugénie à débit considérable (1.440.000 litres en 24 heures) et + 35°,5 au griffon. Cette température est de 2 degrés au-dessous dans la baignoire, mais comme le débit est constant, cette température se maintient, si l'on veut, tout le temps que dure l'immersion.

C'est une eau alcaline mixte dont la totalité des sels est de près de 6 grammes par litre, mais ce qui lui donne son caractère spécial, c'est sa richesse en acide carbonique.

Son action sur la peau saine. — Quand on entre dans le bain, on éprouve d'abord une sensation de fraîcheur, qui, au bout de quelques instants, fait place à une chaleur douce et agréable, dont le maximum se fait sentir surtout le long de la région dorsale et périnéale. Ce sentiment de chaleur se continue pendant une vingtaine de minutes environ et tend à diminuer après cette période.

Néanmoins, on peut continuer l'immersion sans inconvénient, notamment pour les sujets atteints d'affections cutanées.

Pendant le bain, surtout si on reste plongé dans de l'eau minérale plus riche en acide carbonique (bain B, par exemple), on voit s'attacher à la peau, sous forme de bulles ou de perles plus ou moins fines, le gaz acide carbonique qui se fixe surtout à la racine des poils.

C'est un état de bien-être qu'éprouve le baigneur, et une fois hors de l'eau, essuyé et frotté, il ressent, souvent vingt-quatre heures durant, un

sentiment de chaleur à la peau dont la circulation capillaire a augmenté. L'épiderme est doux, comme savonneux.

Tous ces divers phénomènes se reproduisent invariablement chaque fois qu'on renouvelle l'immersion, et la sensation de bien-être est telle que l'on s'endort volontiers dans le bain.

Action du bain sur la peau malade. — Les affections cutanées que nous voyons le plus souvent à Royat sont, d'abord, l'eczéma : eczéma des arthritiques, des diabétiques; l'acné, le psoriasis.

L'eczéma est certainement la plus commune des affections cutanées, je n'ai pas ici à en faire la description, je me bornerai à indiquer, en quelques mots, à quelle catégorie d'eczémateux s'adresse le traitement de Royat.

C'est l'eczéma que l'on observe chez les arthritiques, surtout les arthri-goutteux; il siège surtout aux mains, aux pieds (espaces interdigitaux), aux régions pileuses, parties génitales et anales, aux aisselles. A cette forme d'eczéma manquent souvent les périodes vésiculaires et ulcératives; et la desquamation furfuracée est la première manifestation qui frappe le malade.

Ces malades ont, la plupart du temps, de l'acide urique en excès. Leurs urines laissent déposer du sable rouge. Ils rendent ce sable par crise, à la suite de fatigue, d'un long voyage ou d'un écart de régime. Ces mêmes sujets ont de la tendance à la bronchite, à la dyspepsie, aux flux hémorrhoïdaux.

Ce sont donc des eczémateux arthritiques, goutteux, uricémiques qu'il faut adresser à Royat. Ces indications sont bien anciennes et se recommandent du nom honoré de Bazin.

Il faut ajouter aux eczémateux, les acnéiques. Ce sont surtout de jeunes sujets, de souche arthritique, atteints de l'acné vulgaire de la face et de la région dorsale.

Les résultats du traitement sont favorables, mais moins constants que dans l'eczéma.

Les diabétides aussi y trouvent leur compte. Ce sont bien des affections cutanées d'origine arthritique; elles consistent généralement en prurit, érythème, eczéma, herpès génital.

De l'heureuse influence de Royat sur l'état général des diabétiques, on peut en déduire, *a priori*, les modifications des diabétides et c'est ce que démontre l'expérience.

Quant au psoriasis, j'en ai vu un grand nombre se modifier favorablement, *se blanchir*, sous l'influence des bains prolongés.

En résumé, ce n'est pas sans raison que toute l'ancienne École de Saint-Louis recommandait Royat dans les cas précités et nous confiait ses malades.

Elle prêchait d'ailleurs d'exemple, et nous avons compté parmi nos hôtes les Bazin, les Hardy, les Lallier, Hillairet et Vidal.

L'École actuelle semble avoir abandonné cette tradition. Pourquoi? je l'ignore. Mais je tiens à protester ici contre cet abandon qui ne sera peut-être que momentané, car l'expérience et la clinique finissent toujours par triompher et avoir raison.

M. LOUSTE

Chef de Clinique de la Faculté de Médecine à l'Hôpital Saint-Louis (Paris).

LE TRAITEMENT DES NÉPHRITES CHEZ LES SYPHILITIQUES (1)

— 4 août —

Discussion. — M. le Professeur TEISSIER (Lyon). — Je m'associe en entier aux conclusions du rapport très complet et très précis que vient de nous exposer M. Louste. Je désire cependant ajouter quelques mots. La grande quantité d'albumine sur laquelle insiste avec raison le rapporteur n'est pas absoulue, car j'ai vu une fois une albuminurie scarlatineuse atteindre 120 grammes. Mais je sais que c'est une exception presque unique.

J'attache aussi une importance, en dehors du rapport azoturique, à la détermination du point cryoscopique. Enfin je me sers toujours pour explorer la perméabilité rénale de la phlorydzine avec avantage.

M. le Professeur LÉPINE (Lyon). — Je me range entièrement aux conclusions de M. Louste.

La classification qu'il propose me paraît exacte. Et si l'on faisait toujours le traitement des néphrites syphilitiques avec ces indications méthodiques variables suivant les cas, nous verrions éviter de *véritables désastres*.

M. JAVAL. — Le régime diététique doit jouer un rôle important dans le traitement des néphrites chez les syphilitiques, si, comme cela arrive si fréquemment dans les cas aigus de la période secondaire, on constate des accidents d'imperméabilité rénale. Il nous semble que la recherche du rapport azoturique et de l'élimination de l'iodure ne suffisent pas entièrement à nous renseigner sur le degré de l'insuffisance rénale. C'est que la perméabilité est, en général, très différente pour les différentes substances. Tel sujet atteint de rétention chlorurée pourra, pendant certaines périodes, éliminer normalement les substances azotées et inversement. D'autres fois, le rein peut être imperméable pour plusieurs substances à la fois. Dans la graduation du traitement spécifique à instituer, il convient de tenir le plus grand compte de la perméabilité rénale.

M. Léon BIZARD (Paris). — Je crois qu'il faut considérer deux formes principales dans la néphrite secondaire syphilitique.

Il y a la forme tout à fait précoce : c'est celle qui est caractérisée par ces quantités énormes d'albumine constatées à l'analyse (60 grammes, 50 grammes) ; je crois même que le Dr Descout, dans sa thèse, rapporte des quantités plus grandes. C'est là, en somme, la vraie néphrite secondaire syphilitique ; la néphrite est souvent heureusement parcellaire et c'est dans ces formes que le mercure peut être réellement assez bien supporté ; par contre, je ne crois pas que l'iodure

(1) Rapport. Voir brochure spéciale, p. 30.

puisse être utile à cette période, et je prétends même qu'il peut être plus néfaste qu'utile. Quoi qu'il en soit, il est remarquable de voir que cette première variété peut guérir et guérir absolument.

La deuxième forme plus tardive n'est plus de la néphrite syphilitique, proprement dite, c'est de la néphrite chez un syphilitique, et il est un point particulier sur lequel il faut insister qui est la *lésion artérielle*. Je lui crois, en effet, une importance très grande puisqu'elle permet une rétention considérable de produits toxiques. Ici la néphrite est la résultante d'une affection générale *vasculaire*, il s'agit donc, à mon sens, chez ces malades, de traiter la néphrite d'une façon un peu particulière; il faut, en effet, chaque fois qu'on veut soumettre ces malades à une cure mercurielle, d'abord traiter leur albuminurie et diminuer leur tension artérielle; je me suis, pour ma part, bien trouvé chez ces malades de les soumettre au régime lacté complet ou au régime déchloruré, en même temps qu'on administre de la théobromine et de la lactose pour amener la diurèse et désintoxiquer l'organisme. C'est alors seulement qu'on pourra mettre le malade au traitement hydrargyrique et on arrivera ensuite à faire supporter le mercure à des doses considérables et sans aucun accident. Aussitôt après le traitement hydrargyrique, il sera bon de faire suivre au malade une cure *iodopotassique*, l'iodure de potassium ayant en cette circonstance un double rôle : il permettra une élimination plus active du mercure; en second lieu, il agira sur l'état artériel, dont, par des effets multiples sur lesquels ce n'est pas le lieu d'insister, il abaissera la tension.

J'ajoute que, dans des cas plus rares et où il était difficile de faire supporter le mercure, nous nous sommes bien trouvé, comme M. Louste l'a d'ailleurs indiqué, de pratiquer sur le malade une *saignée*, qu'on renouvelle au besoin au bout d'un certain temps, ce qui exonérera l'organisme d'une quantité de produits toxiques, abaissera la tension, permettra la diurèse et donnera la facilité de faire un traitement mercuriel suffisant.

M. George Pernet, de Londres, partage les idées si bien exprimées dans le rapport important de M. Louste. Comme lui, et comme d'autres, M. Pernet a trouvé que dans les albuminuries simples de la syphilis secondaire les doses fractionnées d'une préparation faible comme l'*Hydrargyrum cum Creta*, dont on se sert en Angleterre, donne de bons résultats. Surtout chez les femmes, il faut aller doucement, car si l'on pousse le mercure, il peut se produire des stomatites et autres complications. Dans les néphrites aiguës et subaiguës, il faut avoir l'œil ouvert dans le traitement par le mercure. Pour lui, il n'est pas très amateur de l'emploi de l'iodure, mais il ne faut pas être dogmatique dans ces questions.

M. Manquat. — Il ne faut pas être trop absolu sur les signes d'un diagnostic de néphrite syphilitique. On peut voir des cas dans lesquels le traitement ioduré amène une modification rapide et très heureuse des troubles dans la perméabilité rénale, avec une faible quantité d'albumine dans les urines. Un syphilitique atteint d'urémie, avec vomissements incoercibles, entre dans mon service; je le mets à un traitement spécifique à l'aide de lavements iodurés (2 grammes le premier jour, 3 grammes le second, 4 grammes les jours suivants). En moins de trois jours les vomissements cessent et la perméabilité rénale se rétablit.

Il n'est point inutile d'insister sur cette règle, qu'en matière de syphilis rénale, le médicament de choix est bien plus souvent l'iodure que le mercure.

M. Louste. — Je fais remarquer à M. Javal que j'ai indiqué la part qui revient au régime déchloruré, particulièrement dans les formes avec anasarque, et dans les néphrites subaiguës et chroniques.

M. Javal dit que le rein peut être perméable à l'urée et pas au mercure, mais c'est une erreur primordiale d'interprétation. La diminution du rapport azoturique ne veut pas dire que le rein n'est pas perméable à l'urée, mais que les oxydations azotées n'arrivent pas au terme parfait, l'urée.

La critique de la perméabilité à l'iodure qualifiée d'insuffisante est fausse. Car tel rein qui n'est pas perméable à l'iodure aujourd'hui, alors qu'il l'est à la phlorydzine, présente une perméabilité inverse dans huit jours.

D'ailleurs il serait plus logique, puisque l'on procède expérimentalement dans ce cas, de donner de l'iodure ou du mercure et de voir le temps qu'il met à s'éliminer. Ce serait la vraie méthode rationnelle que nous avons d'ailleurs employée.

Je demande à M. Tessier de reconnaître qu'une très grande quantité d'albumine : 40, 50, 120 grammes, est exceptionnelle dans la scarlatine et fréquente dans la syphilis.

Je n'ai pas insisté sur la recherche du point cryoscopique, car je l'ai vu suivre les variations du rapport azoturique.

Quant à la phlorydzine, je n'ai pas osé persister dans son emploi, car j'ai vu des accidents que je croyais pouvoir lui attribuer.

Je ne puis mieux faire que prier M. Bizard de se reporter à mon rapport où il verra que je n'ai jamais dit de cesser le traitement en raison de la grande quantité d'albumine.

J'ai conseillé, à titre exceptionnel, l'iodure dans les formes aiguës et subaiguës qui résistaient au Hg, et en indiquant la prudence à employer. Par contre, je l'ai grandement préconisé dans les formes chroniques anciennes.

Et j'ai eu la précaution d'insister toujours sur l'état antérieur du rein avant de commencer tout traitement, et d'écrire qu'il faut faire un traitement diététique et physiologique avant de commencer le traitement étiologique.

Quant à la saignée, je l'ai conseillée toujours dans les formes aiguës ou subaiguës, non pas pour faciliter l'absorption du mercure à laquelle je ne crois pas, mais pour diminuer la tension vasculaire, éliminer en partie les substances toxiques, et faire une dérivation qui facilite la diurèse.

Les indications spéciales se rapportant à la tension artérielle ont été précisées à l'occasion de la néphrite interstitielle : *Si la tension artérielle est élevée avec ou sans bruit de galop, avec ou sans aortite, il ne faut pas donner de mercure, car il est dangereux.*

M. le Dr E. MAURIN

(Clermont-Ferrand).

NOTE SUR UN CAS DE NÉPHRITE SYPHILITIQUE SECONDAIRE AIGUË

— 4 août —

B... Marius, vingt ans, manœuvre, entre dans notre service, salle Saint-Vincent, le 22 février 1908.

Jusqu'au 15 octobre dernier, jour où il se fit admettre pour la première fois à l'Hôtel-Dieu, salle des Vénériens, pour une ulcération à la verge, il avait été très bien portant. Considérée d'abord comme un chancre mou, son ulcération fut traitée simplement par la poudre de calomel. Au commencement de décembre, elle était à peu près cicatrisée lorsque l'apparition d'une roséole et de plaques muqueuses dans la bouche vint révéler sa nature syphilitique.

Le traitement mercuriel (pilules de protoiodure) fut aussitôt institué.

Mais le malade, ennuyé du séjour à l'hôpital et ne souffrant pas, demande son exeat le 15 décembre.

Il n'avait encore absorbé que huit pilules.

Rentré chez lui, il reprend son travail, abandonnant tout traitement, malgré la recommandation qui lui avait été faite.

Le 4 janvier suivant, après quelques jours de malaise caractérisé par de la céphalée, de la faiblesse générale, de l'inappétence, de l'essoufflement, des douleurs lombaires, il se réveille la figure enflée, les paupières gonflées, et dès le lendemain, il présente de l'œdème généralisé.

Un médecin appelé prescrit le régime lacté et instruit des antécédents syphilitiques du malade, marqués encore par des plaques muqueuses dans la bouche, il ordonne des pilules de protoiodure.

Ce traitement est suivi assez rigoureusement pendant un mois, sans amélioration appréciable.

C'est alors que ne pouvant se soigner plus longtemps chez lui, B... revient à l'Hôtel-Dieu où nous le trouvons à la visite du matin, le 23 février.

Il est pâle, la figure boursouflée, tout le corps œdématié, en proie à une oppression marquée. A l'examen de la poitrine, on constate de la congestion et de l'œdème pulmonaire, mais pas d'épanchement. Les bruits du cœur sont forts, tumultueux, pas de lésion d'orifice.

Le pouls est à 104, et la température marque 38°,5.

La langue est saburrale, un peu de diarrhée; pas de vomissements, mais un mal à la tête persistant.

Rien au foie.

Les urines sont rares; 400 grammes en vingt-quatre heures, troubles, très fortement albumineuses.

Dans la bouche, sur les lèvres, existent des plaques muqueuses.

La trace du chancre sur la verge, au niveau de la couronne du gland, est encore très apparente, et l'on sent également un chapelet ganglionnaire inguinal.

Le malade nous dit ne pas avoir souvenir de s'être refroidi au début de son enflure. Il n'a jamais eu de maladie aiguë, notamment pas de scarlatine, pas de fièvre typhoïde. Poids: 62 kilogrammes.

Il ne nous paraît pas douteux que nous sommes en présence d'une néphrite syphilitique précoce.

Traitement : régime lacté absolu, théobromine: 1gr,50.

Le 2 mars, nous commençons une série quotidienne d'injections de 1 centigramme de benzoate de mercure. A la dix-neuvième, le 21 mars, elles sont supprimées à cause d'une brusque et forte élévation de l'albumine, et une baisse parallèle des urines.

En effet, ce jour-là, on notait, au tube d'Esbach, 60 grammes d'albumine par litre et 700 grammes d'urine seulement, alors que, la veille, le dosage donnait 28 grammes d'albumine avec 2l,700 d'urine.

(Le dosage de l'albumine avait été négligé les premiers jours. Il n'a été noté régulièrement qu'à partir du 11 mars. On avait alors à cette date 15 grammes d'albumine et 1.100 grammes d'urine.)

Le 23, les urines s'élèvent à 1.200 grammes pour retomber le 25 à 800, avec 40 grammes d'albumine par litre.

Malgré cette quantité énorme d'albumine, l'état général du malade semble tout de même s'améliorer.

B... ne souffre plus de la tête; il n'est point oppressé, son œdème a presque complètement disparu. Poids : 55 kilogrammes.

Le 27, le malade se fatigant du régime lacté, nous le soumettons au régime déchloruré.

Le 30 mars, l'albumine descend à 25 grammes avec 2 litres d'urine, pour n'atteindre, le 14 avril, après quelques oscillations, que 3 grammes avec 1.500 grammes d'urine.

A ce moment, plus d'œdème, le malade se trouve bien. Poids 53 kilogrammes.

Dès lors, le régime déchloruré étant continué, l'amélioration s'accentue au point que, le 21 mai, l'albumine atteint moins de 1 gramme et se maintient à ce taux depuis le 26 avril, avec une quantité d'urine qui oscille pendant cette période entre 1.800 et 2.500 grammes, atteignant même, pendant trois jours, du 17 au 20 mai, 3 litres.

Entre temps, nous avions fait faire à notre malade, du 1er au 10 mai, une série de piqûres de 2 centigrammes de benzoate de mercure, qui avaient été très bien supportées, sans élévation du taux de l'albumine.

B... se trouve si bien qu'il se croit guéri et parle de sortir.

Pour répondre à son désir, le 22 mai, nous lui permettons un repas avec assaisonnement ordinaire, le matin, en maintenant le repas déchloruré du soir.

Ce régime est bien toléré; pas de modification des urines ni de l'albumine.

Le 28 mai, nous prescrivons alors le régime complet ordinaire de l'hôpital, matin et soir.

La persistance du bien-être de notre malade nous engage, le 1er juin, à reprendre le traitement mercuriel, par les injections de benzoate de mercure à à 2 centigrammes, mais, dès la quatrième piqûre, l'albumine s'élève à 7 grammes par litre, avec 1500 grammes d'urine, et, dès la septième, à 20 grammes avec 1200 grammes d'urine.

Les piqûres sont aussitôt suspendues et le malade est, pour la deuxième fois, soumis au régime lacté exclusif. Il y reste jusqu'au 14 juillet.

Sous l'influence de ce régime, le taux des urines s'élève rapidement et se maintient entre 2l,500 et 3 litres, mais l'albumine n'arrive pas à s'abaisser au-dessous de 3 grammes, s'élevant, certains jours, le 3 juillet, à 10 grammes et même à 12 le 14 juillet.

Malgré cela, l'état du malade reste très satisfaisant.

En présence de cette impuissance du lait à réduire l'albumine, et aussi à cause de la lassitude que nous en témoigne le malade, nous prescrivons à nouveau, le 15 juillet, le régime déchloruré.

Dès le 19, c'est-à-dire cinq jours après, l'albumine est déjà tombée à 2 grammes par litre, les urines s'élevant à 2l,200.

Le 23, on note : albumine 1 gramme; urine 2l,250.

Nous voulons tenter de nouveau les injections mercurielles, et nous prescrivons, cette fois des piqûres de 1 centigramme de benzoate de mercure; mais, parce qu'on n'avait pas sous la main des ampoules de cette dose, il est fait des injections de 2 centigrammes.

Dès le lendemain, 24, on note :

	Albumine	4	grammes.	. . . .	Urines	2l,500
Le 25,	—	5	—	. . . . .	—	2l,200
Le 26,	—	7	—	. . . . .	—	1l,350
Le 27,	—	9	—	. . . . .	—	2l,500
Le 28,	—	18	—	. . . . .	—	2 litres.

Les piqûres sont arrêtées, et le malade, continuant son régime déchloruré, voit bientôt son albuminurie diminuer.

Le 31 juillet, on ne note plus que 8 grammes d'albumine avec 1350 grammes d'urine — et, aujourd'hui 4 août, 5 grammes d'albumine avec 2000 grammes d'urine.

Je dois ajouter que, malgré ces poussées d'albumine, sous l'influence des injections mercurielles, l'état général du malade est resté très satisfaisant, au point que B... se plaît à dire : « Si ce n'était mon albumine, je serais guéri ».

Cette observation, bien qu'incomplète (le malade étant toujours en cours de traitement), nous a paru intéressante à rapporter ici, à propos de la question des néphrites syphilitiques mise à l'ordre du jour de la séance. Elle met, en effet, bien en relief certaines particularités de ces néphrites.

Nous laisserons de côté leur brusque apparition ordinaire vers le troisième mois de l'infection syphilitique — sans cause bien appréciable autre que cette infection — leur taux souvent énorme d'albumine (jusqu'à 60 grammes par litre, dans notre cas), tous faits aujourd'hui bien connus.

Nous ne voulons insister que sur deux points plus intéressants, sinon plus ignorés : la sensibilité extrême de ces malades au mercure et l'heureuse influence du régime déchloruré, au moins chez notre sujet.

Comme on a pu le voir par cette observation, notre malade n'a bien supporté le traitement mercuriel qu'une seule fois, du 1er au 10 mai pendant qu'il était au régime déchloruré.

A toute autre tentative, l'albumine augmentait rapidement et dans des proportions notables, pendant que la quantité des urines diminuait.

Pourquoi cette tolérance une fois et cette intolérance les autres? Il est assez difficile de l'expliquer. Mais cela prouve une fois de plus qu'il faut être très prudent dans l'administration du mercure chez ces malades. Un centigramme et surtout 2 centigrammes de benzoate que nous nous étions cru autorisé à renouveler, parce que le malade les avait une fois bien tolérés, sont assurément une dose trop forte.

Il est à remarquer toutefois que seul le taux de l'albumine et des urines en a été influencé ; l'état général du malade n'a pas paru en être impressionné.

D'autre part, c'est pendant l'emploi du régime déchloruré, avec ou sans traitement mercuriel, que notre malade s'est trouvé le mieux.

Du 14 avril au 27 mai, avec ce régime, l'albumine est restée au-dessous de 1 gramme avec un taux d'urine s'élevant de 1500 grammes à 3 litres, malgré une période de dix piqûres de 2 centigrammes de benzoate de mercure.

Le régime lacté, au contraire, n'a jamais pu abaisser l'albumine au-dessous de 3 grammes avec des urines dont le maximum n'a pas atteint plus de 1800 à 2000 grammes.

Il y a là un fait utile à retenir.

M. le Professeur GAUCHER

ACTION PRÉVENTIVE DU MERCURE DANS LA SYPHILIS

— 4 août —

Je ne peux vous donner des statistiques précises, mais je vous transmets seulement mon impression résultant des faits nombreux que j'ai observés.

Lorsque la syphilis est arrivée à sa période tertiaire, c'est-à-dire lorsque la virulence syphilitique semble atténuée et que le virus agit localement, je crois que le mercure n'a aucune action préventive.

On voit très bien une gomme de la jambe, traitée intensivement et guérie, être suivie presque immédiatement d'une autre gomme au bras, au voile du palais ou ailleurs. J'ajoute que si le mercure n'a aucune action préventive, l'iodure en possède encore moins.

Il faut traiter les accidents tertiaires par le traitemeut mixte, très actif, qui guérit les lésions existantes, mais ne prévient aucunement les accidents ultérieurs.

Voilà pour la période tertiaire.

Quant à la période secondaire, pendant laquelle la virulence est généralisée et diffuse, les lésions disséminées et les accidents continus, il est très difficile de savoir si le mercure a ou n'a pas une action préventive sur ces accidents.

Ce que je sais pour l'avoir souvent observé, c'est que, pendant le traitement d'une roséole généralisée, on peut voir, malgré le traitement, se former des papules ; c'est qu'une syphilide papuleuse secondaire peut devenir ulcéreuse malgré le traitement.

Mais, si je doute de l'action préventive du mercure, son action curative est indiscutable à toutes les périodes de la maladie.

Les malades traités par le mercure en dehors de tout accident voient apparaître des accidents spécifiques, le mercure les guérira : il n'y aura pas eu accoutumance.

Dans les mines d'Almaden, les ouvriers intoxiqués par le mercure ont néanmoins des syphilis comparables à celles que nous observons, et le traitement mercuriel guérit leurs accidents. Cela peut paraître paradoxal, mais cela est.

Discussion. — M. George PERNET donne quelques détails sur un cas de Tabes observé, il y a quatorze ans ; signe d'Argyll-Roberston, absence des réflexes rotuliens, mais pas d'ataxie. Ce malade avait été bien traité pour une infection aux stages, primaire et secondaire, une quinzaine d'années auparavant. A ce

malade, le Dr Pernet n'a pas donné de mercure, pour diverses raisons, et cependant le patient est resté en *statu quo*, et a continué d'exercer sa profession.

Quant à la syphilis secondaire, le Dr Pernet insiste sur le fait que l'iritis syphilitique peut se développer lorsque les malades sont mercuralisés, et même en continuant le mercure, l'iritis peut devenir bilatérale, d'unilatérale qu'elle était. L'orateur a vu cela se produire surtout chez les femmes.

M. Louste fait remarquer que, souvent, on voit des syphilitiques dans les quinze premiers mois de l'injection, faire une syphilis irienne que l'on traite et qui n'empêche pas une iritis de l'autre côté.

Et cependant, le seul traitement qui peut les guérir, c'est encore le mercure dont il faut augmenter la dose.

Les injections sous-cutanées sont indispensables dans ces cas. Et, comme il faut agir vite et sûrement, les injections de sels solubles sont les seules à employer.

M. Bizard. — On nous demande de dire si nous pensons que le mercure dont l'effet utile est indéniable sur les accidents syphilitiques existants, en résumé, qui a une action curative certaine, est aussi doué d'action préventive. C'est-à-dire si le traitement chronique intermittent bien suivi, suivant les méthodes les plus modernes, met vraiment le malade à l'abri des graves complications qui le menacent plus tard. En somme, suffit-il de mercurialiser un syphilitique pendant un temps donné pour le considérer comme guéri?

Mais, d'abord, traitons-nous bien nos syphilitiques? Tout porte à penser que le mercure est le médicament des premières années de la vérole. Mais employons-nous bien ce médicament?

Vraiment, il est des faits qui nous portent à réfléchir. On voit, certains médecins et non des moindres, nous assurer que nous ne faisons pas mieux que nos devanciers, quand au lieu d'introduire le mercure dans le tube digestif, nous le faisons pénétrer sous la peau. D'autres nous affirment que seules les frictions sont bonnes, d'autres enfin, dans la gamme très étendue des produits solubles ou insolubles que nous employons, ont toutes leurs préférences pour tel ou tel autre, rejetant systématiquement toute méthode qui n'est pas la leur; sur quoi se basent-ils, d'ailleurs, pour montrer un tel ostracisme pour certains produits et, au contraire, pour vanter d'une façon excessive tel agent qui semble leur avoir donné sur un point secondaire plus de satisfaction? En vérité, pour un traitement long comme celui de la syphilis, il est important de ne pas exposer les malades à des accidents locaux ou généraux graves et, ceci étant posé, il me paraît qu'on ne se place pas d'ordinaire au point de vue véritablement utile correspondant aux véritables préoccupations du syphiligraphe digne de ce nom lorsqu'on étudie les effets d'un produit nouveau venu antispécifique, c'est ce qui s'est produit notamment, je m'excuse d'en parler ici de l'atoxyl du Dr Salmon. Notre vénéré maître, le Dr Hallopeau, nous a affirmé par l'emploi de cet agent avoir constaté des roséoles retardées ou l'absence même de roséole. Il nous a encore rapporté que les malades traités de cette façon étaient à peine touchés par les accidents secondaires. Tout cela est vrai sans doute et nous ne pouvons en douter; les mêmes constatations ont d'ailleurs été faites pour beaucoup de produits mercuriels. Je dis, moi, qu'au point de vue prophylactique, il est certes utile de ne constater que des ébauches d'accidents contagieux. Mais supprimer les accidents contagieux, empêcher l'éclosion des plaques muqueuses est-ce guérir la vérole, est-ce la façon d'empêcher aussi l'apparition des accidents tardifs tertiaires où même quarternaires? Mais est-ce à dire que de tels agents soient meilleurs que d'autres pour sauvegarder l'avenir du syphilitique, pour guérir la syphilis?

A une telle question, avouons que nous ne savons quoi répondre. Toutes les études sont à faire sur ce sujet, mais rien n'est établi, rien n'est sérieusement étudié. A tout prendre cependant, il me paraît volontiers que j'accorderais mes préférences non pas à tel produit qui empêche la roséole, mais à celui que nous savons capable de guérir vite les accidents tertiaires les plus graves : c'est-à-dire au calomel, je l'avoue, malgré tous ses graves inconvénients, qu'il faudrait avoir recours d'une façon systématique toutes les fois qu'on a vraiment des craintes sur l'avenir du syphilitique. Ceci dit, et dans l'état actuel de nos habitudes thérapeutiques, il faut bien avouer qu'on reste décontenancé en voyant des accidents si sérieux se produire chez les malades ayant subi cependant les traitements mercuriels les plus énergiques. Ils sont légion, les syphilitiques faisant, en plein traitement mercuriel, des accidents les plus graves. Ils sont légion, les malades qui ayant été traités pendant de nombreuses années, font des anévrismes, du tabes, de la paralysie générale, de la leucoplasie linguale; tout au contraire, nous voyons des syphilitiques très insuffisamment traités, même pas traités du tout qui passent leur vie entière sans être nullement inquiétés par leur maladie. A ce sujet, je me propose de vous dire, un jour, l'histoire de ces vieilles prostituées que je vois très nombreuses, tous les jours, à Saint-Lazare, au Dispensaire de Salubrité et, qui arrivent à un âge très avancé, sans présenter le moindre trouble de la santé, et qu'on ne vienne pas me parler ici d'hygiène, car vous savez la triste vie de ces malheureuses intoxiquées par le tabac et par l'alcool. Certes beaucoup disparaissent jeunes, sans doute pour une grande part du fait de leur syphilis, mais il n'en est pas moins vrai qu'il en est un grand nombre que la diathèse spécifique n'empêche pas de vieillir dans les meilleures conditions de santé.

La syphilis, a dit Ricord, est infinie de sa nature. Il faut croire que tout ce qui touche à la syphilis permettra longtemps les discussions sans qu'on arrive à s'entendre. Cependant, si j'avais à formuler des conclusions fermes à ce sujet, je dirais d'après ce que j'ai lu, d'après ce que j'ai appris, d'après ce que j'ai observé par moi-même :

1° Que le mercure empêche l'éclosion des accidents secondaires;

2° Que le traitement chronique intermittent met en grande partie aussi à l'abri des lésions tertiaires gommeuses;

3° Que le traitement mercuriel permet à l'homme ou à la femme syphilitiques sous l'*influence récente* du mercure de mettre au monde des enfants sains; par contre, il me paraît vrai d'avancer que l'influence préventive du traitement mercuriel est fort douteuse sur le système nerveux.

Le tabes et la paralysie générale progressive atteignent presque autant les syphilitiques mercurialisés que non mercurialisés. Enfin, le système artériel n'est en rien influencé par la médication spécifique, l'hypertension artérielle, l'artériosclérose, l'anévrisme se développent aussi bien chez les malades les mieux traités que chez ceux qui ne le sont point du tout. Enfin, la leucoplasie linguale précancéreuse reste comme un accident particulier produit et par la syphilis et par le tabac et qui n'est jamais prévenu et rarement guéri par le mercure.

M. Gaucher. — Pour confirmer et compléter ce qui vient d'être dit, je rapporte l'observation d'un malade de mon service, ayant une syphilis datant de dix mois.

Il avait eu au sixième mois de son infection une hémiparésie droite qui avait laissé une hémicontracture légère. Ce malade fut reçu par pitié, car il n'avait aucun accident nouveau et l'hémicontracture était légère. Je fis faire préventi-

vement à ce malade un traitement mercuriel dès son entrée, 2 centigrammes de benzoate en injections sous-cutanées quotidiennes. Il supporta parfaitement le traitement. Mais, dans la nuit qui suivit la quinzième piqûre, il fut pris d'épilepsie jachsonienne. Vingt-quatre heures après, il mourait sans avoir repris connaissance et nous trouvions une artérite syphilitique en pleine évolution, malgré le traitement et qui avait déterminé une hémorragie cérébrale mortelle.

M. Félix REGNAULT

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris (Sèvres) (Seine-et-Oise).

UNE COLLECTION DE TERRES CUITES PATHOLOGIQUES DE L'ÉPOQUE ALEXANDRINE

— 5 août —

Les représentations de malades dans l'art antique ont été longtemps considérées comme fort rares : les auteurs qui s'en étaient occupés, Paul Richer, Henri Meige, n'en avaient étudié que deux ou trois douzaines. Depuis que les fouilles de Smyrne, les collections de M. P. Gaudin et mes travaux ont montré l'abondance de ce genre si spécial, les archéologues n'ont plus dédaigné ces formes qui leur paraissaient laides, les musées de Bruxelles et d'Athènes, à l'égal de celui du Louvre, en possèdent un grand nombre. Parmi les collections particulières, il convient de signaler celle du docteur Fouquet, du Caire. Notre confrère a eu l'amabilité de m'envoyer les photographies de ses plus beaux spécimens, il les a accompagnées de toutes les indications utiles. Presque toutes ses terres cuites proviennent de la Basse-Égypte et sont de l'époque Alexandrine. Le médecin appréciera ces figurines, contemporaines de l'école de médecine la plus florissante qui fut dans l'antiquité.

Nous allons étudier les plus importants spécimens pathologiques de cette collection ; tous sont inédits. Quatre statuettes représentent le même type morbide : une paralysie du bras avec contracture. Il s'agit évidemment de contracture tardive, consécutive à une attaque d'hémiplégie ; les signes classiques existent sur les quatre exemplaires : la contracture est plus forte sur les muscles fléchisseurs que sur les extenseurs, le bras est fortement appliqué contre le tronc, l'avant-bras et le poignet sont en flexion, les doigts eux-mêmes sont légèrement fléchis sur les figures 1 et 2. Il convient de leur comparer une statuette en bronze signalée par Adrien de Longpérier et que j'ai étudiée récemment (1). Cet ex-voto fut donné à Esculape par Eudamidas, fils de Perdicas, en reconnaissance de sa guérison ; il représente une paralysie radiale typique, bras séparé du corps,

(1) Adrien de Longpérier : *Revue Archéologique*, t. I, 1844-1845, p. 458.

avant-bras et main en demi-flexion et en pronation, le sujet est d'une maigreur extrême. Dans les quatre figurines du Dr Fouquet, la position du bras malade n'offre que quelques légères différences : sur la figure 1 la



FIG. 1.
Paralysie du membre supérieur droit.

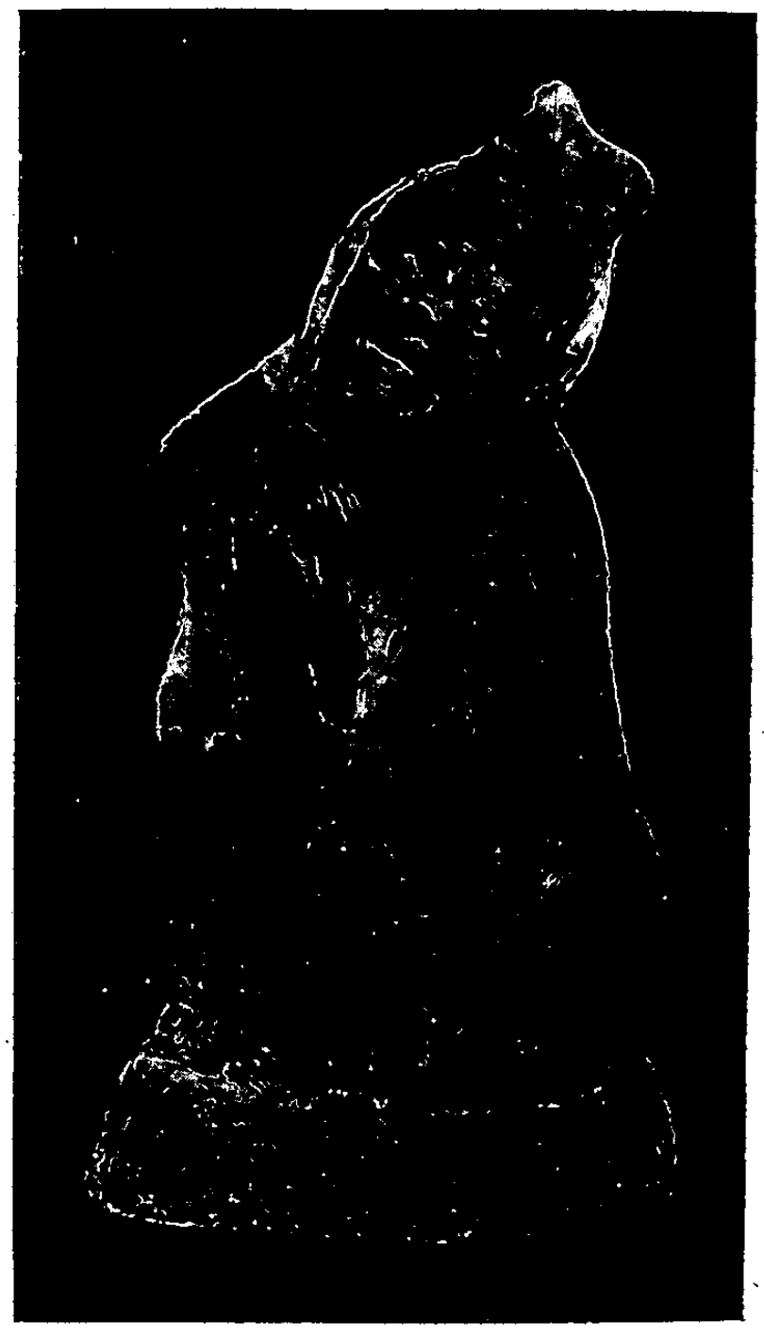


FIG. 2.
Paralysie du membre supérieur droit avec œdème.

flexion de la main est légère, sur la figure 2, le dos de la main droite paralysée est gonflé et comme atteint d'œdème, sur la figure 3, la main gauche contracturée est atrophiée, le malade y a accroché son panier; à l'opposé, les autres malades le tiennent avec leur membre sain. La figure 4 a son bras droit très fortement atrophié, il a entièrement découvert ce rudiment de membre et semble le montrer avec complaisance. Ajoutons que, sur les statuettes 1, 2 et 4, les membres inférieurs paraissent intacts, et que, sur aucun des quatre malades, la figure ne présente de contracture ni de paralysie; mais la figure 2 a la tête penchée du côté sain et la figure 4 l'a inclinée du côté malade.

Particularité curieuse : sur la figure 1, le phallus apparait en dehors de la jupe pourtant longue, il touche terre ; même aspect sur la figure 4 dont la jupe courte laisse voir un long phallus pendant. L'artiste a-t-il voulu

entendre que l'appétit sexuel avait disparu chez ces sujets, ou que leur maladie provenait d'abus génésiques ?

La figure 5 a une paralysie faciale gauche. Cette tête, d'une extrême finesse d'exécution, représente un homme dolichocéphale, très chauve. La commissure buccale droite est attirée en haut et en dehors, la joue droite est épaissie et contractée, la gauche tombe flasque : l'œil gauche est à demi-clos, le droit est plus ouvert, deux rides sillonnent le front, la ride supérieure n'est marquée qu'à droite.

Les figures 6, 7 et 8 présentent des déviations de la langue. Sur les deux premières, la langue sort fortement et pend à droite; elle est étalée; les traits de la figure paraissent également contractés des deux côtés. Sur la figure 8, la langue tirée à gauche est appointie; elle parait mordue par les dents ; la face est fortement contractée à gauche. C'est évidemment un cas de spasme hystérique. Charcot et Paul Richer ont montré tout l'intérêt des reproductions démoniaques du Moyen Age et de la Renaissance : ils ont étudié, à ce point de vue, le mascaron de l'église Santa-Maria-Formosa à Venise. La terre cuite de M. Fouquet est l'ancêtre de cette dernière, le spasme est aussi fidèlement buriné. Ce démoniaque de la Basse-Égypte est peut-être contemporain de ceux que guérissait Jésus en Palestine ; en tous cas, il est d'une époque peu éloignée.



Fig. 3. — Paralysie avec contracture du bras.

Voici, figure 9, un petit bossu en bronze, coiffé du bonnet phrygien, il porte un poisson sur un plat. La bosse dorsale est assez grossièrement représentée par une saillie convexe non anguleuse qui semble distincte du corps.

Rapprochons en deux pygmées, caractérisés par un grand corps porteur de quatre membres écourtés, ce qui nous les a fait comparer à des achondroplases. Le premier de ces pygmées possède un énorme crâne, ce qui se produit dans l'achondroplasie *(fig. 10)*. L'autre représente le combat légendaire du Pygmée avec une Grue *(fig. 11)*.

La figure 12 est la seule représentation de loupe que nous ait transmise



FIG. 4.
Paralysie avec contracture et atrophie du bras droit.



FIG. 6. — Paralysie de la langue



FIG. 7.
Paralysie de la langue.



FIG. 5. — Paralysie faciale gauche.



FIG. 8. — Contracture hystérique de la face.

l'antiquité. Celle-ci, très volumineuse, est à l'extrémité du sourcil gauche. Le sujet est un homme au crâne petit, au front élevé et fuyant,

à la face prognathe qu'accentue encore une lèvre supérieure hypertrophiée.

Une des plus belles pièces de la collection est le masque votif n° 13. Les yeux sont sortis de leur orbite et comme pédiculés; la bouche ouverte,

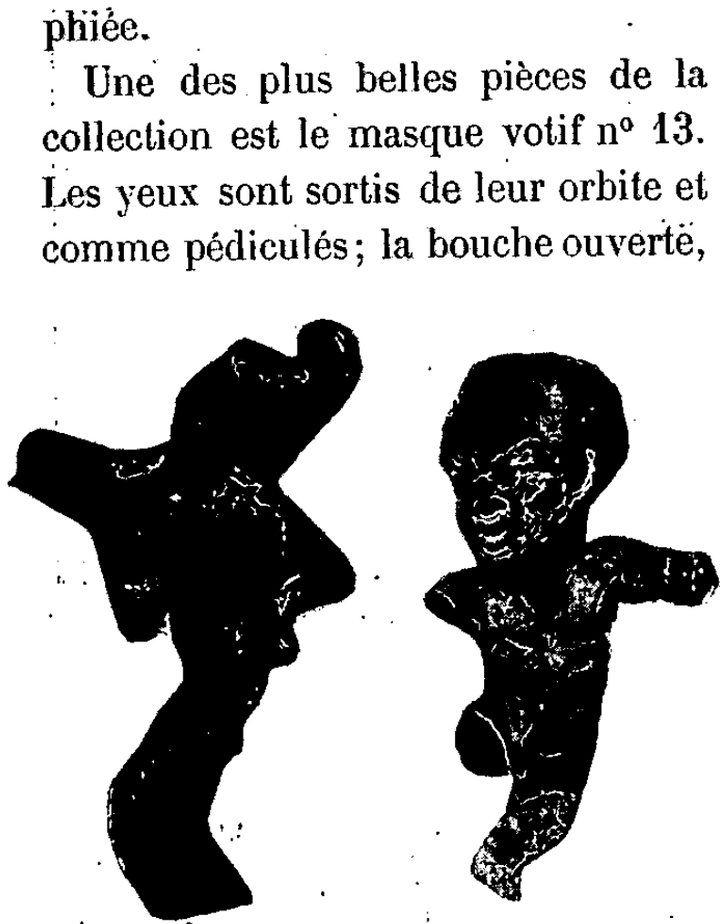


Fig. 9. — Un petit bossu.

Fig. 10. — Un pygmée.

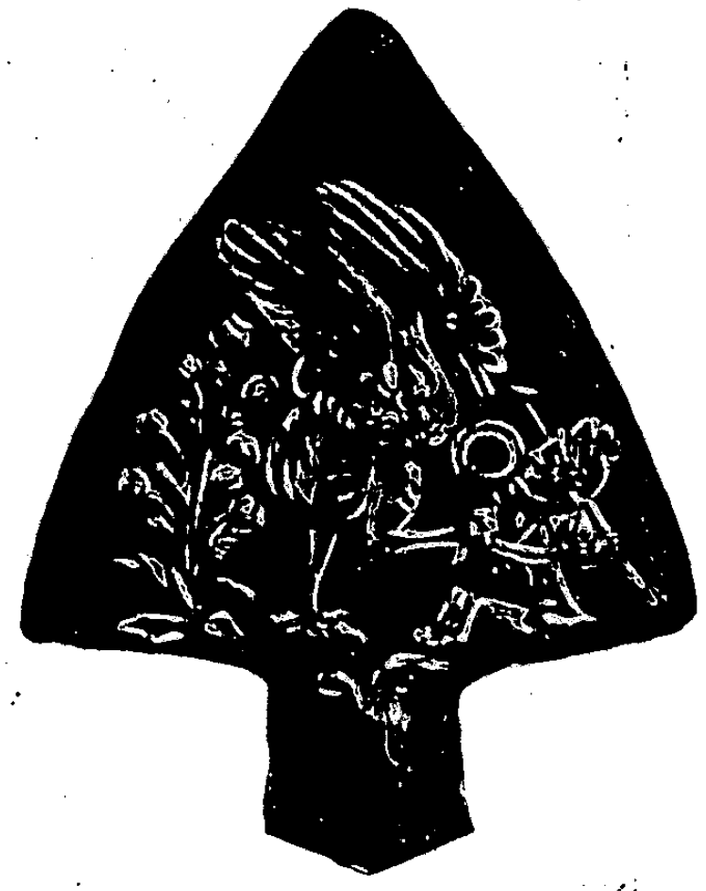


Fig. 11. — Combat d'un pygmée avec une grue.



Fig. 12. — L'homme à la loupe.



Fig. 14. — Masque d'acteur aveugle.



Fig. 13. — Un masque de lépreux.

aux lèvres rigides et comme étirées par une peau sclérosée, le nez petit et à demi-effacé. La peau du front et des pommettes forme des plis marqués. Les cheveux, la barbe et la moustache, finement traités, enca-

drent cet impressionnant visage et ajoutent un cachet d'étrange beauté à l'impression d'horreur qu'il dégage.

Le masque comique n° 14 est une pièce d'époque grecque d'un très beau travail. Il représente un acteur aveugle : les globes oculaires sont proéminents et atteints d'un double leucome. C'était une maladie jadis très commune en Égypte, qui maintenant devient plus rare.

M. Fouquet possède d'autres figurines pathologiques; notamment un mal de Pott, une paralysie faciale, plusieurs types d'idiots et de déformations craniennes. Ces terres cuites ayant déjà été étudiées (1), nous n'y reviendrons pas. D'autres photographies nous paraissent d'un diagnostic



FIG. 15. — Le portrait du jobard.

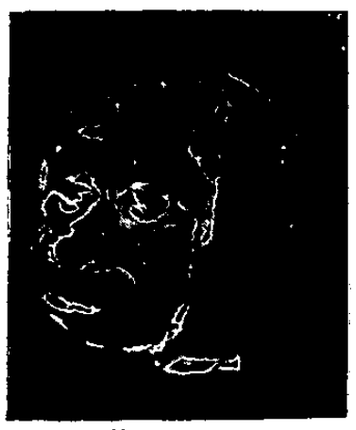


FIG. 16. — Un museau de requin.



FIG. 17. — Un crane dolichocéphale.

contestable, notamment une femme atteinte de goître exophtalmique, et enfin des sujets érotiques qui n'ont point pour nous un intérêt spécial.

Nous terminerons en indiquant quelques grotesques qui confinent à la



FIG. 18. — Un pierrot.



FIG. 19. — Un clown.

pathologie; ce sont des anormaux, des dégénérés. Voici, figure 15, un type au nez retroussé, au front fuyant, à la mâchoire inférieure de requin; c'est le portrait du jobard. Cet autre, figure 16, a le bas de la figure allongé en museau, un foulard lui couvre la tête; un troisième, figure 17, est un souffleur; son crâne dolichocéphale présente un front à saillie médiane : c'est bien le *phoxos* des Grecs. Les deux suivants sont des échappés de

(1) Voir *Avenir médical*, janvier 1908.

cirque : la figure 18, un pierrot au visage blême et inexpressif ; la figure 19, un clown coiffé d'un ridicule bonnet conique, type accompli de microcéphale.

Je terminerai par une terre cuite qui est un véritable portrait. Il prou-



FIG. 20 et 21. — Coquelin cadet.

vera qu'on a confondu sous le nom de grotesques, non seulement des malades, mais encore des personnages vivants, à type accentué, que le coroplaste a eu le mérite de fidèlement reproduire. Sur cette figure représentée face et profil, figures 20 et 21, tout le monde reconnaîtra le sosie d'un de nos plus aimés acteurs, Coquelin cadet, et ce sosie existait il y a quelque vingt siècles.

M. Félix REGNAULT

L'ŒUVRE PATHOLOGIQUE DES COROPLASTES DE SMYRNE

— 5 août —

Depuis quelques années, on trouve, dans les ruines de Smyrne, une série extrêmement nombreuse et variée de terres cuites grecques. Grâce à l'obligeance de mon ami, M. Paul Gaudin, j'ai pu étudier la collection qu'il a recueillie.

Jusqu'à présent, en Grèce comme en Égypte, les œuvres des coroplastes, notamment celles qui furent trouvées à Tanagra et à Myrina, avaient été retirées des tombeaux. Au contraire, les figurines de Smyrne proviennent de la cité grecque et non de sa nécropole (1). On les trouve, nous dit

(1) Celle-ci existe encore sur les flancs du mont Pagus. Voir Salomon REINACH : *Esquisses archéologiques*, p. 218.

M. Gaudin, sur l'emplacement de l'ancienne ville, éparses au milieu des débris de tuiles enduites du rouge antique, et d'objets domestiques, plats, assiettes, vases.

Les habitants de Smyrne, au IIe siècle avant le Christ, — c'est la date fixée par M. E. Pottier — possédaient, dans leurs habitations, des figurines aux aspects les plus variés : personnages mythologiques, modèles parfaits de beauté féminine, bourgeois, soldats, gens du peuple, professionnels de toutes sortes; il y avait aussi des types érotiques, des grotesques, des caricatures et — c'est là, pour nous, le point important — un grand nombre de types pathologiques.

Quelle était leur destination? Il est probable que ces statuettes avaient pour les vivants le même usage que pour les morts. Le cadavre est enterré avec les objets domestiques qu'il emploiera dans l'autre vie. Or, depuis la plus haute antiquité, nous disent les archéologues, on plaçait dans les tombes des silènes, des grotesques mythologiques, riant et gambadant, dont les grimaces devaient — non pas, comme on l'a dit, divertir le mort — mais écarter les mauvaises influences, les mauvais génies. La grimace et la difformité sont un préservatif pour le mort, c'est pour cette raison qu'on les reproduisait. De même, les terres cuites placées dans la maison — peut-être étaient-elles honorées comme les dieux lares — protégeaient la famille contre les influences néfastes. Celles qui représentaient des types morbides garantissaient des maladies spéciales qu'elles figuraient. Ainsi les sauvages sculptent de grossières ébauches de varioleux, de rhumatisants, de paralytiques, de contracturés, etc. — fétiches qui témoignent de leurs connaissances en pathologie; dans nos pays, les saints étaient censés guérir les maladies dont ils avaient souffert, et leurs statues en montrent les signes.

On comprend dès lors pourquoi ces reproductions de maladies étaient très nombreuses : j'en ai compté plus de deux cents sur environ onze cents statuettes smyrniotes. Dans les tombes, au contraire, ce genre est exceptionnel : avant les fouilles de Smyrne, on en connaissait seulement une vingtaine décrites par Charcot, Paul Richer, Henri Meige, moi-même, etc. Le mort ne craignant plus les maladies, les fétiches qui en préservaient étaient ceux qu'on songeait le moins à mettre dans les sépultures.

Chaque terre cuite étant censée garantir du mal qu'elle représentait, il fallait que celui-ci fût mis bien en évidence : aussi les figures pathologiques sont-elles reproduites avec un grand souci de vérité. On peut aisément reconnaître un grand nombre de bossus, d'hydropiques, de paralysés, de contracturés, d'aveugles, de blessés, de lépreux, de hernieux, d'hydrocéles, d'hémorroïdaires, des lupus, des pieds plats, des crânes déformés microcéphales ou hydrocéphales, etc. Sur d'autres sujets, moins typiques, le diagnostic reste hésitant; cela n'a pas lieu d'étonner si l'on

songe que le médecin ne reconnaît pas toujours le mal dont souffre son client : il est, à plus forte raison, délicat d'établir un diagnostic sur une terre cuite qui ne présente que quelques signes. Enfin, plusieurs pièces sont interprétées différemment, et on ne peut affirmer qu'elles soient des grotesques, des caricatures ou des sujets réellement malades ou infirmes. En tous cas, l'archéologue doit s'aider de la science pathologique pour en faire l'étude exacte,

Il semble que les coroplastes, en exécutant certaines de ces statuettes, aient voulu illustrer quelques passages des auteurs anciens, notamment d'Hippocrate. Rien d'étonnant que, étant donné leur désir d'exactitude, les coroplastes aient utilisé ses descriptions : les Grecs de cette époque juraient par ses écrits; aussi ne faut-il pas étudier les terres cuites de Smyrne simplement avec nos connaissances actuelles : on se reportera à l'époque où elles ont été exécutées et on les jugera plus justement avec la science d'alors.

Je ne peux, en quelques lignes, décrire une telle collection. Il me faudra, pour ce, composer un ouvrage spécial, illustré de toutes les reproductions nécessaires. Quelques figures permettront pourtant de juger de l'importance de l'ensemble.

Les bossus ont été les types pathologiques le plus souvent reproduits par l'art antique; jusqu'à présent, il en existait dans l'iconographie une



FIG. 1. — Mal de Pott.



FIG. 2. — Bossu vigoureux.

douzaine d'exemplaires. L'école de Smyrne, à elle seule, nous en fournit davantage : plus de trente figurines, dont aucune ne se répète. Malheureusement, chez presque toutes, les membres et la tête manquent. Nous étudierons les plus importantes (1) :

(1) J'ai décrit huit de ces figurines représentant des maux de Pott dans l'*Avenir médical et thérapeutique illustré*, 1906, pp. 35, 37; je n'y reviendrai pas.

La figure 1 est un mal de Pott. Le dos gibbeux offre, outre une saillie inférieure, une autre supérieure plus aiguë et plus limitée. Le sternum proémine en avant. En contraste avec l'étendue du thorax, vu de profil, le bassin est plus petit, atrophié.

La figure 2 est un bossu vigoureux dont la gibbosité énorme, plus régu-

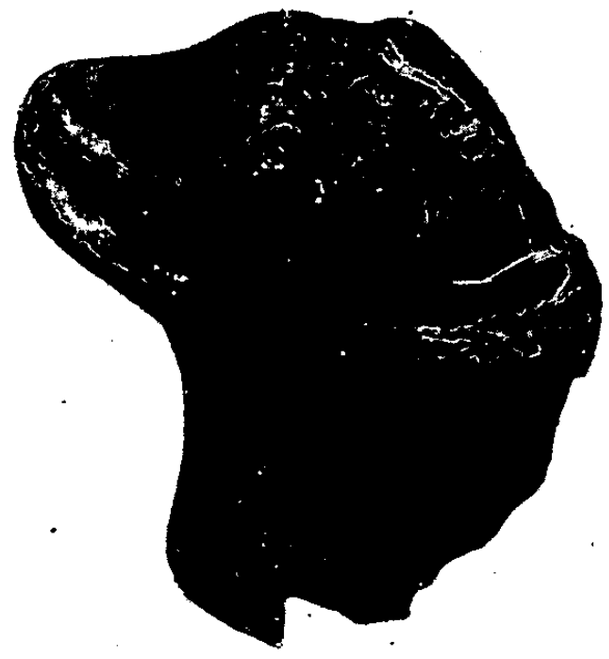


FIG. 3. — L'ancêtre de polichinelle.



FIG. 4. — Début de voussure dorsale.

lière que celle du sujet précédent, comprend toute la colonne dorsale. Une autre terre cuite a même aspect : la courbure vertébrale y est plus accentuée. Le sujet a une ossature énorme, c'est un trapu fortement charpenté.



FIG. 5. — Les apophyses épineuses font saillie.



FIG. 6. — Une tête de bossu.

Opposez-lui la figure 3, caricature, ancêtre de notre polichinelle ; c'est la représentation la plus ancienne et la plus exacte de ce personnage. La saillie dorsale est si exagérée et à angle si aigu qu'elle forme un plateau horizontal ; la saillie en avant du sternum est presque aussi marquée.

Dans les figures 4 et 5 la gibbosité ne fait que débuter. Le dos de la figure 4 commence à se voûter en une courbe régulière; la figure 5 est traitée différemment : les apophyses épineuses des vertèbres dorsales malades font une saillie verticale et allongée, visible au milieu du dos; la taille est très mince.

Le gibbeux dorsal, reproduit à la figure 6, a conservé sa tête: il présente un visage spirituel de bossu, avec un petit nez en trompette. La tête est penchée en avant. A l'oreille existe un trou qui servait probablement à suspendre ce fétiche; une croyance populaire existe toujours que si on touche une bosse, cela porte chance.

Voici *(fig. 7 et 8)* une ébauche de profil et de dos, supérieurement exécutée et très significative. La gibbosité du mal de Pott n'est pas encore très marquée; elle apparait à la partie supérieure du dos et au cou. La tête enfoncée dans les épaules est portée fortement en arrière et le sujet regarde en haut.



FIG. 7 et 8. — Mal de Pott cervico-dorsal, la tête est en extension.

Les sujets qui précèdent semblent tous être des pottiques, mais on ne peut certifier ce diagnostic que pour les gibbosités anguleuses *(fig. 1, 3)*.

La colonne vertébrale de la figure 9 a une courbure régulière, peu accentuée, étendue sur toute sa longueur; une telle déviation n'est point pottique; peut-être est-elle sénile ou d'origine nerveuse. Ajoutons que ce torse appartient à un sujet fortement charpenté.

Nous présentons ensuite des sujets atteints de lordose. La figure 10 présente une lordose accentuée avec courbure dorsale compensatrice. Les fesses sont larges, étalées. Le sujet est vigoureux, trapu, bréviligne. Il

semble avoir une lordose fonctionnelle par contracture des muscles lombaires ; diagnostic sous toutes réserves.

Les figures 11 et 12 montrent (dos et profil) un personnage atteint d'une lordose plus accusée que celle du précédent. Les fesses proéminent fortement ; elles sont serrées l'une contre l'autre, la droite est plus élevée que



Fig. 9.
Incurvation régulière de la colonne vertébrale



Fig. 10.
Un cas de lordose.

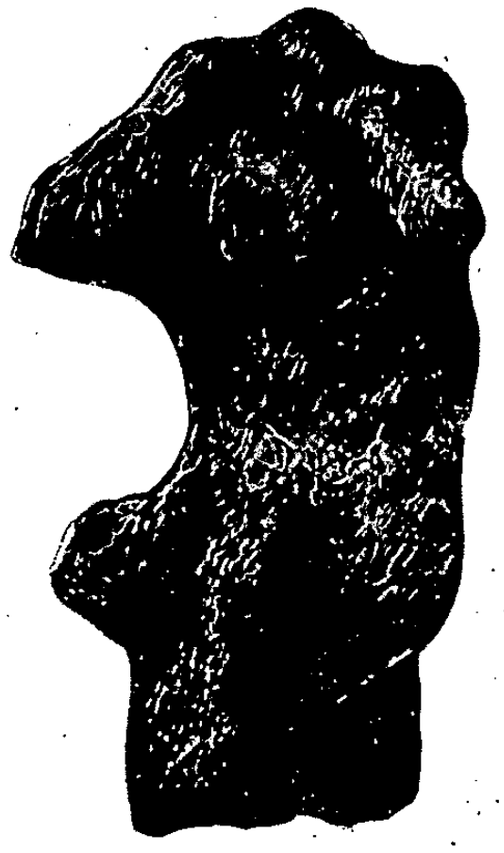


Fig. 11. — Une lordose accentuée.



Fig. 12. — Le même vu de profil.

la gauche. L'épaule droite au contraire est plus basse que la gauche ; il existe une légère scoliose à concavité gauche. La proéminence des fesses

était connue d'Hippocrate, il en parle dans la luxation du fémur en dehors; elle est alors produite par l'écartement en dehors des deux cuisses (*Des articulations*, § 56). Mais ici les moignons des cuisses ne semblent pas en abduction. Cette terre cuite rappelle plutôt l'image que traçait Duchenne, de Boulogne, de la paralysie des muscles de l'abdomen.

La figure 13 ressemble à la précédente : même lordose, même cyphose de la région dorsale supérieure, mais elle présente de plus une scoliose vertébrale légère à gauche; le sujet a des formes jeunes et graciles. Les inflexions multiples de la colonne vertébrale rappellent tout à fait celles de la scoliose des adolescents. Il est à noter que, parmi nos nombreux

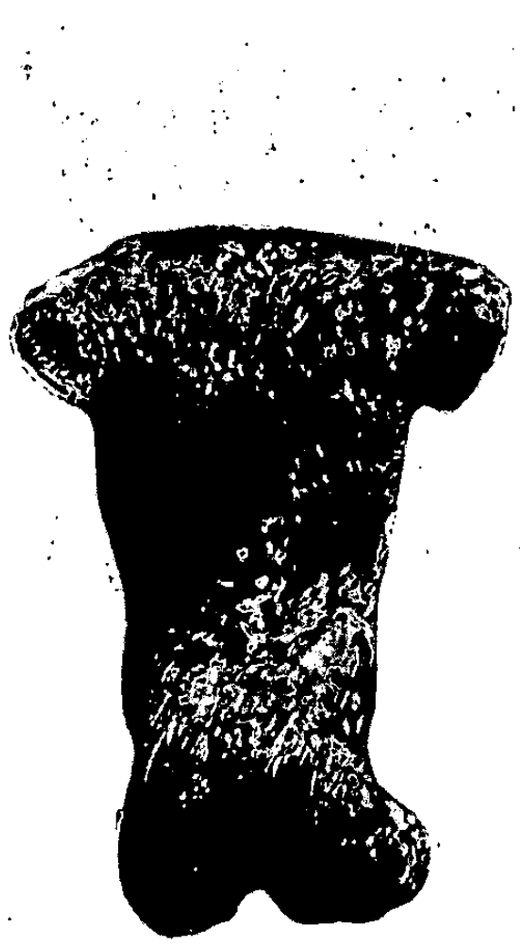


FIG. 13. — Scolio-lordose.



FIG. 14. — Maccus, personnage de comédie.

gibbeux, aucun ne présente des déviations rachitiques incontestables. Serait-ce donner raison aux auteurs qui estiment que le rachitisme était inconnu dans l'antiquité? Sinon, les coroplastes en auraient reproduit les si curieuses déviations. Malheureusement toutes ces terres cuites n'ont point de membres et seuls ceux-ci pourraient nous renseigner.

La figure 14 représente Maccus, personnage classique de comédie; on a voulu y voir l'ancêtre de notre Polichinelle. Le visage est caractéristique : vieillard chauve au grand nez courbé, au sourire malin. Le dos est voûté et non gibbeux, le sternum est saillant; les deux bosses du polichinelle sont bien moins marquées que sur la figure 3.

Les figures 15 et 16 montrent de face et de profil un nain bossu. Un trou à la partie supérieure du front indique qu'il servait de porte-bonheur. La bosse est élevée à la partie supérieure du dos; elle rappelle celle de

Polichinelle. Le nanisme est surtout dû à la brièveté des membres inférieurs. Les quatre membres sont massifs, épais, ce type rappelle celui de



FIG. 15 et 16. — Nain bossu achondroplase.

l'achondroplase. Ajoutons-y un ventre proéminent et un long phallus, pendant entre les deux jambes.

Nous opposerons aux déviations permanentes de la colonne vertébrale celles passagères produites par des contractions musculaires. Les figures



FIG. 17 et 18. — Contracture (face et dos) chez un homme vigoureux.

17 et 18 représentent, vu de face et de dos, un homme vigoureux dont le buste est renversé en arrière et à droite. Les muscles sont en contracture, les deux pectoraux notamment font saillie en boule.

Les figures 19 et 20 représentent deux sujets dans une attitude sem-

blable: ici les corps, moins vigoureux, sont longilignes, le thorax est renversé à gauche et en arrière; la figure 19 lève en l'air son bras gauche. On connaît l'importance qu'attachaient les anciens aux contractures téta-



FIG. 19. — Contracture chez un longiligne.



FIG. 20. — Contracture chez un longiligne.

niques; ils décrivaient longuement l'opisthotonos et l'emprosthotonos. Ici les attitudes paraissent plus désordonnées, ce sont plutôt des convulsions.

Une série de terres-cuites représentent des membres inférieurs: ce ne



FIG. 21.
Hypertrophie musculaire du pied.



FIG. 22.
Pied émacié.



FIG. 23.
Atrophie des muscles de la jambe.

sont pas, pour la plupart, des fragments de statuettes, mais des pièces entières, exécutées telles quelles, comme on le voit à la surface de section. Il s'agit de membres difformes, on le reconnait aisément, mais il n'est pas

toujours facile de préciser à quel genre de difformité on a affaire. Ainsi, les membres des figures 21 et 22 sont anormaux, le premier par l'hypertrophie de ses muscles, le second par sa maigreur.

Comparez à ce dernier modèle, qui est bien proportionné, la figure 23, dont la jambe, extrêmement maigre et comme atrophiée, soutient un pied



FIG. 24. — Fracture mal consolidée.



FIG. 25. — Pied normal.



FIG. 26. — Fracture ancienne à consolidation vicieuse.

normal. Les déformations qu'offrent les figures suivantes permettent d'avancer un diagnostic: la figure 24 est une jambe à forte convexité postérieure; les malléoles ne sont pas dessinées, la voûte plantaire est plate; fracture mal consolidée à comparer avec le n° 25 normal. La jambe n° 26



FIG. 27. — Pied plat avec léger valgus.

est coudée brusquement au-dessus de la cheville et présente un angle ouvert en avant; c'est évidemment une ancienne fracture mal consolidée. Sur la figure 27, la plante du pied est plate, le pied est en extension et légèrement porté en dehors : pied plat avec léger valgus.

La figure 28 présente une déformation très spéciale : un ressaut brusque au talon, il faut penser à une rupture du tendon d'Achille. Cet accident

était très fréquent chez les Grecs, car alors florissaient les sports les plus violents.

Les membres supérieurs ne sont représentés que par un seul exemplaire : nous le représentons, faces antérieure et postérieure.



Fig. 28. — Rupture du tendon d'Achille.

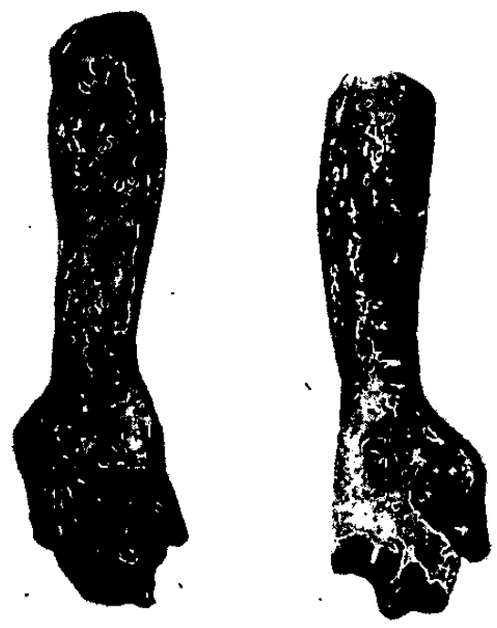


Fig. 29 et 30. — Faces palmaire et dorsale d'une main atteinte de paralysie du nerf cubital.

L'avant-bras est atrophié par rapport à la main; les deuxième et troisième phalanges des quatre derniers doigts sont légèrement fléchies, au deuxième et troisième doigts, fortement au quatrième et cinquième; les premières phalanges sont en extension. Cette déformation caractérise la paralysie du nerf cubital *(fig. 29 et 30)*.

M. Nestor GRÉHANT

Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle.

ANESTHÉSIE DES ANIMAUX PAR LE CHLORHYDRATE DE MORPHINE ET UNE FAIBLE DOSE DE VAPEURS DE CHLOROFORME

— 5 août —

C'est un fait bien connu et qui a été découvert par Claude Bernard, que chez un animal qui a reçu sous la peau une injection de chlorhydrate de morphine, une très petite dose de chloroforme en vapeurs pénétrant dans les poumons produit une anesthésie complète: l'œil devient insensible.

Pendant le cours de technique physiologique que j'ai fait pendant l'année 1908, j'ai utilisé, dans mes expériences sur les animaux, ce procédé très simple et très facile à réaliser dans un laboratoire.

On injecte à un chien, par exemple, sous la peau 1 centigramme de

chlorhydrate de morphine par kilogramme et on fait conduire l'animal dans le jardin du laboratoire; le chien se couche bientôt sur le sol et s'endort après avoir déféqué, et, pour le ramener au laboratoire, si on essaie de le faire marcher, il présente l'allure hyénoïde, le train postérieur étant plus affaissé que l'antérieur.

Dans un gazomètre à rainure système du Dr de Saint-Martin, on fait pénétrer de l'air qui a traversé un barboteur de Cloez contenant 3 centimètres cubes de chloroforme qui se volatilise et se répand dans 100 litres d'air. Ce mélange, à l'aide d'une muselière et de soupapes hydrauliques, fait pénétrer dans le sang le chloroforme et produit l'anesthésie, grâce à l'action de la morphine.

Jamais les physiologistes n'ont pour but de faire souffrir les animaux, et j'ai pu réaliser un très grand nombre d'expériences sur la circulation et sur la respiration sans que l'animal ait présenté la moindre agitation et la manifestation de la douleur par des cris ou des plaintes.

Je conseillerais aussi très volontiers l'emploi de ce procédé dans les écoles vétérinaires, afin d'épargner aux chevaux et aux autres animaux domestiques les douleurs qui accompagnent les opérations auxquelles se livrent les élèves.

M. G. BILLARD

Professeur à l'École de Médecine (Clermont-Ferrand).

ESSAIS D'OPOTHÉRAPIE ANTICANCÉREUSE

— 5 août —

Les recherches de MM. Bergell et von Leyden nous avaient appris que les injections de suc de foies triturés, faites à des cancéreux, provoquent la nécrose et la fonte rapide de la tumeur. Malheureusement, l'action protéolytique du suc de foie s'accompagne de phénomènes d'auto-intoxication tellement graves que MM. Bergell et von Leyden avaient renoncé à cette thérapeutique (1).

MM. P. Bergell et C. Lewin d'abord, MM. P. Bergell et A. Stricker ensuite ont repris cette étude de l'action du suc hépatique sur des souris cancéreuses, puis sur des chiens cancéreux; chez la souris, ils ont toujours observé une auto-intoxication mortelle. Ils auraient obtenu quelques guérisons chez le chien.

La lecture de ces divers travaux nous a conduit aux recherches person-

(1) E. Von Leyden und Bergel Peter : *Uber pathogenèse und über den specifichen Abbau der Krebsgeschwülste,* Berlin 1907.

nelles dont nous allons publier les résultats. Nos essais d'opothérapie ont débuté par des injections de suc hepatique. Celui-ci a été obtenu d'abord par *macération* de foie de porc dans l'éther ou le chloroforme; puis notre méthode de préparation nous a permis de l'obtenir en suspendant les foies dans une atmosphère de chloroforme. Dans ces conditions, ces organes laissent suinter un liquide légèrement brun qui, filtré sur papier puis sur bougie, est ensuite utilisé par nous. Ce procédé est du reste connu et classique. (Cf. Dastre et Raphael Dubois, BB 1901.)

Sachant très bien que les sucs d'organe présentent parfois des toxicités très grandes lorsqu'on les injecte à des animaux de même espèce et surtout d'espèce différente, nous nous sommes tout d'abord assuré que de très fortes doses de suc hépatique préparé par notre méthode ne provoquaient pas de phénomènes d'intoxication appréciables sur des animaux de laboratoire. Ensuite, nous avons pu, avec moins de crainte, mais avec beaucoup de prudence, essayer le traitement de quelques malades.

C'est au mois de février 1908 que nous avons commencé cette nouvelle thérapeutique. Les premiers résultats obtenus furent à la fois encourageants et décevants :

Une malade, atteinte d'une récidive de cancer du sein après deux opérations faites à un an d'intervalle, réagit tout d'abord d'une façon remarquablement favorable à notre traitement. La tumeur provenant de la récidive avait le volume d'un œuf; la cicatrice des opérations précédentes était indurée et très douloureuse dans le creux axillaire où l'on pouvait constater plusieurs ganglions volumineux et douloureux. La malade souffrait au point de ne pouvoir élever son bras et porter la main à sa tête. Après quatre injections quotidiennes faites au voisinage de la tumeur, elle éprouve un soulagement très marqué, les mouvements du bras sont devenus possibles, les ganglions sont moins volumineux, l'adhérence des tissus est moindre, la grosseur a diminué de moitié.

Les injections locales sont encore continuées pendant quinze jours, mais le mieux ne persiste pas : la tumeur grossit de nouveau sans atteindre les dimensions premières, et la douleur, quoique moins vive, réapparaît. Cependant le poids de la malade a augmenté de 2 kilogrammes; son urée s'est élevée de 18 grammes en vingt-quatre heures à 20 grammes. Le 20 mars, c'est-à-dire dix-sept jours après la cessation du traitement, celui-ci est repris jusqu'au 25 mars; on constate une nouvelle amélioration rapide dans le même sens que lors du premier essai et la malade part chez elle le 26 mars dans un état très satisfaisant.

Le 13 avril, nouveau séjour à l'hôpital; l'état général est bon; l'amélioration provoquée par les dernières injections a persisté : on fait une nouvelle série de cinq injections. A son départ le 18 avril, le poids de la malade a encore augmenté de 1 kilogramme et l'urée des vingt-quatre heures atteint 26 grammes.

A partir de cette époque, nous n'avons pu surveiller notre cancéreuse que d'une manière très lointaine et par l'intermédiaire de son médecin. Elle aurait eu vers la fin avril, de violentes poussées congestives du côté du poumon ; son médecin traitant nous écrit :

J'ai revu aujourd'hui la malade que vous avez soignée à l'Hôtel-Dieu de Cler-

mont. Elle a actuellement pendant la nuit des accès de suffocation terribles. Je ne sais si c'est un effet de suggestion, mais elle réclame à cors et à cris les injections de suc hépatique que vous lui avez faites pendant son séjour à Clermont, prétextant qu'elle souffrait moins durant le temps que vous l'avez injectée.

Ce sont les dernières nouvelles que nous avons eues d'elle.

Ainsi que nous le disions au début, les résultats obtenus sont à la fois encourageants et décevants. Cependant, en présence de l'amélioration nette et relativement durable qui paraissait ressortir de nos deux premières séries d'injections, nous avons, par ce même procédé, traité d'autres malades, encouragé surtout par ce fait qu'aucun phénomène d'intoxication n'avait apparu au cours du traitement.

Ne voulant pas développer outre mesure cette communication, nous résumerons brièvement les observations des malades qui vont suivre.

Le deuxième malade que nous avons traité est atteint d'un cancer de l'estomac jugé inopérable par notre collègue le Dr Lepetit et envoyé dans notre service de médecine. A son arrivée, le malade présente une tumeur très nette au niveau du creux épigastrique, horriblement douloureuse et qui provoque de violentes hématémèses suivies de melæna. Le malade a été régulièrement traité par le suc hépatique depuis le 15 février jusqu'à aujourd'hui. Son poids initial était de 56 kilogrammes; actuellement il est de 67 kilogrammes. L'urée, qui au début atteignait seulement 14 grammes par jour, oscille aux environs de 25 à 30 grammes. Ses globules rouges qui étaient au nombre de 3 millions le 15 février, sont aujourd'hui de 4.030.000. La tumeur n'est pour ainsi dire plus perceptible à la palpation; les hématémèses et le melæna ont complètement cessé dès la première série d'injections; le malade souffre encore un peu par intermittence, mais la douleur est à peu près insignifiante. Il mange aujourd'hui le régime ordinaire de l'hôpital et nous avons seulement observé trois vomissements alimentaires non sanglants. En somme, l'état général du malade est excellent et aujourd'hui B. V. se considère presque comme guéri.

Il est facile de concevoir que les résultats obtenus dans ce cas nous aient donné une satisfaction des plus vives. Malheureusement, tous les malades ne réagissent pas aussi bien et notre thérapeutique s'est montrée impuissante lorsque nous avons traité les ostéosarcomes.

Chez deux malades soignés par nous, les résultats ont été sinon nuls, du moins insignifiants. Durant la période des injections, les malades ont cependant accusé une atténuation nette de la douleur, et nous avons, chaque fois, constaté ce fait remarquable du relèvement du taux de l'urée sous l'action du suc hépatique.

Le cinquième malade qui a suivi notre traitement est atteint d'un cancer du rectum, déclaré inopérable par le Dr Souligoux, chirurgien des hôpitaux de Paris, qui propose à la famille de faire un anus artificiel. Au moment où le traitement a été commencé, le malade avait un melæna intense : les selles étaient très difficiles et très rares, l'amaigrissement déjà très avancé; les forces avaient décru au point que le malade gardait le lit à peu près constamment. Le traitement est commencé en avril. Après une série de dix injections, les hémorragies rectales cessent rapidement, les selles deviennnent plus faciles, les forces

augmentent et, actuellement, après trois séries d'injections, le malade peut se promener, et son poids a augmenté de 3 kilogrammes.

Le sixième malade, atteint d'un cancer de la région pylorique, avait été opéré par notre collègue le Dr Bousquet qui lui avait fait une gastro-entérostomie. Malgré l'intervention chirurgicale, le malade souffrait beaucoup, ne supportait aucun aliment, et son amaigrissement déjà considérable, s'accentuait très vite.

Le 27 juin, c'est-à-dire quinze jours après son opération, son état de faiblesse s'aggrave et, à ce moment, les injections de suc hépatique sont commencées. Sous l'influence de notre traitement, le cancéreux semble revenir à la vie. Le 2 juillet, c'est-à-dire après cinq injections, l'amélioration est très nette, le visage se colore, les douleurs ont diminué, les aliments sont supportés. L'urée, qui était de 18 grammes par vingt-quatre heures s'est élevée à 23 grammes. Le 7 juillet, elle atteint 29 grammes. On cesse les injections. Le 16, le malade quitte l'hôpital et peut marcher plus de 100 mètres pour atteindre la voiture qui va l'emmener. Son poids, lors de son entrée à l'Hôtel-Dieu, était de 56 kilogrammes; à la sortie, il s'était relevé jusqu'à 58 kilogrammes et, vraisemblablement, lorsque notre traitement fut commencé, c'est-à-dire dix jours après l'intervention chirurgicale, le poids était inférieur aux 56 kilogrammes, qui nous ont servi de point de repère.

Nous avons tout récemment reçu de ses nouvelles par l'intermédiaire du médecin traitant. L'amélioration non seulement persiste, mais s'accuse encore tous les jours.

Nous traitons, à l'heure actuelle, trois autres malades par cette méthode, mais nos résultats, bien que favorables, ne sont pas suffisamment nets, étant donné le peu de temps que nous les observons.

Les conclusions de notre travail nous paraissent s'imposer. Les résultats que nous publions affirment que notre méthode de traitement des tumeurs cancéreuses donne des succès suffisants pour qu'une très large expérimentation soit faite. Celle-ci dira si l'espoir que nous ont fait très vivement ressentir ces modestes succès est fondé ou bien illusoire.

MM. G. BILLARD et MALTET

SÉROTHÉRAPIE CONTRE LA FIÈVRE DES FOINS

— 5 août —

Nous avons déjà communiqué à la Société de Biologie, et publié dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, les résultats que nous avons obtenus jusqu'à l'année dernière avec notre sérum contre la fièvre des foins.

Cette année, une centaine de malades ont été traités par notre méthode. Nous sommes heureux d'affirmer que les résultats obtenus sont excellents. Nous pouvons aujourd'hui, avec notre sérum, enrayer la maladie des foins.

Toutes les observations des malades traités ne nous sont pas encore parvenues. Aussi nous lirons seulement devant vous quelques-unes des plus intéressantes, nous réservant de publier l'ensemble dans un mémoire ultérieur.

M. RAPPIN

Directeur de l'Institut Pasteur (Nantes).

NOUVELLE CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA VACCINATION ET DE L'IMMUNISATION ANTITUBERCULEUSES

— 5 août —

Ainsi que je l'ai exposé dans de précédentes publications (1), la suite des recherches que je poursuis depuis déjà longtemps, en vue de l'obtention d'une méthode de vaccination et d'immunisation contre la tuberculose, aussi bien que la possession des données recueillies dans les travaux de même ordre, m'a amené à considérer de plus en plus, que c'est principalement dans l'utilisation des corps contenus dans le bacille tuberculeux et les endotoxines de ce bacille qu'il faut chercher les résultats les plus certains. Tous mes efforts ont donc tendu, dans ces dernières années, à rechercher la formule pratique de l'utilisation de ces corps bacillaires.

J'ai pu m'assurer, dans les premières expériences tentées avec le bacille humain, simplement modifié par la dessiccation dans le vide, qu'il était même possible, par cette simple modification, et en observant certaines règles et des précautions rigoureuses. d'obtenir chez le chien une véritable immunisation, et j'ai encore, à l'Institut Pasteur de Nantes, une chienne qui, ayant reçu pendant dix-huit mois dans la jugulaire et à intervalles espacés, des doses fractionnées de bacilles ainsi modifiés, a pu résister à l'injection intra-veineuse d'une dose massive de 3 centigrammes de bacilles virulents, qui ont tué son témoin dans l'espace de cinq mois, alors que depuis plus de trois ans maintenant, cette chienne survit encore en parfait état de santé à cette injection. Mais il est clair qu'une telle méthode, ainsi que je l'ai déjà exposé dans un autre travail, ne peut en aucune façon être considérée comme applicable à l'homme; car, si complètement modifiés que puissent être les bacilles composant ce vaccin, on peut toujours redouter que parmi eux s'en trouve encore un nombre suffisant pour déterminer l'infection. Nous avons trop présents à l'esprit les résultats malheureux observés avec le bovovaccin de Behring et constatés par les

(1) *Congrès de la Tuberculose*, octobre 1905. — *Gazette médicale de Nantes*, 1905-1906-1907. — *Congrès de Lyon*, 1905.

expériences de Melun de MM. Vallée et Rossignol, pour ne pas retenir ces faits dans la direction de nos recherches. Même l'emploi d'un antiseptique directement utilisé sans autre préparation préalable, en vue de la modification des bacilles, ne sera pas, à nos yeux, sans laisser toujours quelque inquiétude et quelque doute pour la constitution d'un vaccin applicable à l'homme, car on pourra encore légitimement se demander si dans un vaccin ainsi préparé quelques unités bacillaires ont subi suffisamment l'action du composé employé pour demeurer entièrement dépourvues de tout pouvoir infectieux.

Pour la vaccination et la thérapeutique de la tuberculose humaine, plus encore peut-être que pour toute autre tentative de même ordre, on est donc logiquement amené à rechercher une substance qui soit dépourvue de toute virulence, et dans laquelle se retrouvent les corps bacillaires avec toute leur activité et doués de toutes les propriétés nécessaires pour susciter, de la part de l'organisme traité, la réaction immunisante.

C'est ainsi que j'ai été conduit, comme je l'ai déjà exposé, à modifier les bacilles au moyen de certains composés réalisant ce double but, et, en particulier, par l'action du fluorure de sodium, après que ces bacilles ont été dépouillés de leur enveloppe ciro-graisseuse, et aussi par l'action des sécrétions de certaines espèces microbiennes saprophytes qui, elles aussi, modifient le bacille dans sa constitution physico-chimique. Ce sont ces bacilles ainsi modifiés et dépourvus certainement de toute virulence, ainsi que mes expériences me l'ont démontré, et qui, renfermant les principes actifs du protoplasma bacillaire, conservent encore les propriétés toxiques du bacille lui-même et les endotoxines, que j'emploie maintenant sous le nom de *bacillases*.

J'ai d'abord étudié l'action de ces bacilles sur le cobaye et sur le chien, et, l'année dernière, dans une note présentée au *Congrès de Reims*, j'ai résumé mes observations sur l'action de ces composés, et, en particulier, sur l'action spécifique qu'ils semblent posséder sur la marche et l'évolution du processus tuberculeux.

Depuis ce temps, j'ai pu confirmer mes premières observations et noter qu'en dehors de cette action, ces composés possédaient une véritable propriété immunisante qui se traduit par un degré de résistance assez grande, chez le cobaye ainsi traité, à l'inoculation tuberculeuse. Même dans certains cas, le cobaye tuberculeux traité, acquiert une résistance remarquable, et, parmi mes animaux en expérience, j'ai eu, dans une série de cobayes ainsi traités au commencement du mois de janvier 1907 et dix jours après l'inoculation du virus tuberculeux, un cobaye qui a survécu jusqu'à ces jours derniers, c'est-à-dire près de vingt mois après l'inoculation.

L'injection sous-cutanée de ces bacilles ainsi modifiés amène localement une réaction ganglionnaire intense, qui est, peut-être, comme je l'ai

dit ailleurs, le point de départ de la formation des anticorps, comme semble l'admettre Marfan pour certaines tuberculoses locales, et qui persiste définitivement sous la forme d'une induration bien limitée.

Les résultats que j'ai ainsi obtenus chez le cobaye sont donc manifestes; toutefois, la sensibilité de cette espèce à la tuberculose est tellement grande. que les expériences d'immunisation tentées avec elle sont vraiment des plus délicates, et il faut beaucoup de soins et, en quelque sorte, un véritable doigté pour doser à la fois la quantité de virus d'inoculation et celles des substances immunisantes. D'autre part, chez cet animal, on est condamné à n'utiliser, dans ces expériences de vaccination. que la voie souscutanée, qui limite, on peut le dire, les chances d'immunisation, tandis qu'au contraire l'inoculation intra-veineuse de ces substances vaccinantes, en les disséminant dans tous les organes, facilite encore leur action et en augmente l'intensité.

Ces difficultés sont assez grandes pour entraîner certainement, à mes yeux, dans un assez grand nombre de cas, des insuccès que l'on n'aurait peut-être pas à enregistrer avec des espèces qui, tout en demeurant sensibles à l'inoculation tuberculeuse, présentent cependant, en raison même de leur taille et de leur volume, une résistance suffisante pour donner un champ d'action plus large à l'expérimentateur. Ce sont ces considérations qui m'ont amené à chercher à tenter l'utilisation de ces substances sur des espèces réalisant précisément ces conditions.

Déjà, le lapin et le chien sont, à la vérité, susceptibles d'offrir quelques facilités dans ce sens, mais il faut reconnaître que ces espèces, lorsqu'on les étudie bien au point de vue de l'inoculation et de l'évolution de la tuberculose expérimentale, n'offrent pas ensuite, dans les résultats présentés par les expériences, une régularité ou, pour mieux dire, une fixité suffisante pour donner pleine et entière satisfaction à l'expérimentateur. Bien que ces deux classes d'animaux soient assurément tuberculisables, les observations que j'ai pu recueillir depuis déjà longtemps avec elles, m'ont démontré qu'il était extrêmement difficile de déterminer exactement la dose fixe nécessaire et suffisante pour amener sûrement l'infection. Chez le chien, en particulier, l'injection sous-cutanée échoue parfois, et, quant à l'injection intra-veineuse, une petite quantité de virus ne suffit pas toujours pour produire également l'envahissement tuberculeux des organes. Aussi, à moins d'employer des doses fortes et massives, comme je l'ai fait en 1905, pourrait-on parfois attribuer illégitimement à l'injection de substances vaccinantes des résultats favorables qui ne seraient dus, en somme, qu'à un certain degré de résistance naturelle de ces animaux.

J'ai donc abandonné ces deux espèces pour tourner mes expériences sur d'autres, d'abord sur le mouton, et bientôt après sur des bovidés. J'ai reconnu, en effet, que, chez le mouton, la sensibilité à l'inoculation des

bacilles vaccins que je prépare était peut développée, comme je l'avais du reste noté également chez le chien. L'injection intra-veineuse de ces substances chez ces animaux, même à dose assez élevée, n'amène pour ainsi dire pas de réaction et on retrouve dans ces expériences pour la sensibilité aux toxines tuberculeuses une réaction comparable à celle que ces espèces possèdent pour l'infection tuberculeuse elle-même : c'est, du reste, un résultat que l'on pouvait prévoir.

Mais il n'en est plus du tout de même pour les bovidés. Ceux-ci sont extrêmement sensibles à l'injection de ces composés. Une dose de quelques centigrammes d'émulsion de ces bacilles modifiés, injectée dans la veine, amène chez des bêtes de trois et quatre mois des élévations de température parfois de plus de 2 degrés. Les premières tentatives que j'ai faites avec ces composés ont déterminé ainsi des réactions extrêmement violentes. Parallèlement à l'élévation de température qui se produit peu de temps, parfois une heure ou deux, après l'injection, l'état général se modifie : l'animal est abattu, affaibli, il demeure couché et quelquefois pendant vingt-quatre heures il refuse toute nourriture ; puis au bout de ce temps, le tableau s'améliore ; la température revient à la normale, et après avoir perdu un peu de poids, l'animal reprend ses forces et son état de santé ordinaires.

Ces composés ont donc, comme je l'avais remarqué chez le cobaye, une action toxique éminemment développée, qui, même en injection sous-cutanée, se traduit beaucoup plus rapidement que celle de la tuberculine, et dans leur emploi il convient d'observer une posologie rigoureuse dont mes expériences commencent à me fixer les limites.

Il est bon de remarquer, comme j'ai pu le constater dans les autopsies de chiens ainsi traités pendant assez longtemps, que les injections intra-veineuses de ces bacilles ne laissent aucune trace apparente dans les organes, poumons ou autres. La résorption par les cellules, de ces bacilles ainsi modifiés et cependant toujours très toxiques, paraît complète ; or, il ne faut pas oublier que c'est dans ce processus même de résorption cellulaire que réside le point de départ des phénomènes d'immunisation et de la genèse des anticorps.

Il ne tarde pas du reste à se produire chez les animaux en expérience un degré d'accoutumance très marqué. J'ai ainsi plusieurs animaux qui, après avoir manifesté une très grande sensibilité à ces inoculations, n'accusent plus qu'une faible réaction à des doses fortes, et cette constatation, jointe aux faits précédents, permet, je crois, d'espérer qu'ils posséderont bientôt un degré d'immunisation suffisant pour l'injection d'épreuve que je me propose de faire.

En dehors de bovidés jeunes, de l'âge de quatre à cinq mois, que j'ai ainsi commencé à traiter depuis plusieurs mois, j'ai dirigé, en même temps,

mes expériences sur des vaches laitières, non seulement dans le but de les immuniser pour elles-mêmes; mais encore pour voir s'il ne serait pas possible de retrouver dans le sang les mêmes propriétés immunisantes. Quelque immense que doive être le bénéfice que l'on puisse espérer tirer d'une méthode de vaccination ou d'immunisation active contre la tuberculose, j'estime que, dans la poursuite de ce résultat, il ne faut perdre de vue à aucun instant la recherche parallèle et concomittante d'une méthode qui permette de réaliser enfin, pour la thérapeutique même de la tuberculose, *l'immunisation passive* sous quelque forme que ce soit, sérothérapie ou autre.

L'injection intra-veineuse de ces composés bacillaires me donne des résultats qu'aucune autre substance extraite des cultures de bacille tuberculeux — toxine filtrée, tuberculine, extrait éthéré, alcoolique, etc. — ne m'avait permis jusqu'ici d'observer chez divers animaux et c'est même pour cette raison que j'avais à peu près abandonné, depuis mes anciennes tentatives de 1895 et 1896, la recherche d'un sérum antituberculeux. Mais aujourd'hui que je possède des substances douées de propriétés aussi intenses et qui, précisément à cause de ce fait, permettent d'espérer que l'on puisse développer par leur inoculation la formation d'anticorps également actifs, je suis de nouveau amené à penser à les utiliser en vue de l'obtention d'une méthode d'immunisation passive.

Dans ce but, l'injection intra-veineuse de ces composés se montre surtout indiquée, car le bacille tuberculeux, plus peut-être que tout autre, rentre dans cette classe de microbes à endotoxines, dont l'injection dans le courant circulatoire permet de développer dans le sang un pouvoir anti-endotoxique véritable et, par conséquent, des propriétés curatives. Ce n'est du reste pas seulement dans le sang qu'il conviendra de rechercher ici le bénéfice de cette application. Si, comme il y a lieu de l'espérer, d'après mes expériences sur le cobaye et sur le chien, on peut parvenir à créer chez les bovidés un degré certain d'immunité, en dehors du bénéfice immense que présenterait ce résultat au point de vue de la lutte contre la tuberculose bovine, sa portée se ferait également sentir sur la tuberculose humaine, non seulement en fermant une de ses portes d'entrée les plus actives, mais peut-être encore par une autre voie.

Je rappelle, en effet, que j'ai été conduit par mes observations, il y a trois ans, à considérer que les phénomènes d'immunisation que l'on détermine contre le processus tuberculeux s'exercent plutôt localement et qu'il s'agit pour ainsi dire plutôt dans ce cas d'une vaccination locale des tissus. Si donc, comme nous l'espérons maintenant, nous parvenons dans nos tentatives d'immunisation des bovidés à développer au sein de leurs tissus l'existence de principes vraiment immunisants, il sera possible de retrouver dans leurs organes et aussi dans le muscle ces mêmes principes et de réaliser ainsi, comme je l'ai déjà tenté en 1905, une sorte d'opo-

thérapie antituberculeuse. Peut-être la consommation de la chair des animaux ainsi vaccinés ne serait-elle pas sans entraîner en même temps l'introduction de ces principes vaccinants dans l'organisme, surtout si l'on accroissait dans des limites élevées le pouvoir d'immunisation.

En dehors de cette hypothèse qui porte sur la consommation de ces viandes, il est permis de penser que le lait lui-même ne sera pas sans posséder également des propriétés intéressantes à ce même point de vue.

Dans des travaux antérieurs dont le début remonte à 1902 et que j'ai poursuivis depuis, à plusieurs reprises, j'ai démontré que l'on retrouvait, dans ce milieu, les principes solubles sécrétés par le bacille de Koch dans l'organisme tuberculeux. Une série de mémoires publiés soit, par moi seul, soit en collaboration avec plusieurs confrères, m'a permis d'établir cette donnée d'une façon certaine non seulement chez les bovidés, mais encore dans le lait de femme.

J'ai également tourné mes recherches dans le même sens chez les vaches laitières que je traite par ces bacilles modifiés, et j'ai pu refaire les mêmes constatations dans leur lait. Peu de temps après l'inoculation intra-veineuse de ces bacilles, l'expérience permet de retrouver des principes solubles dont on rend la présence facilement évidente par l'injection de ce lait au cobaye tuberculeux, cette injection faisant monter de 1 à 2 degrés et dans des délais assez rapides, la température de l'animal.

Je ne puis encore m'étendre ici sur les observations que j'ai déjà pu recueillir dans mes expériences sur le lait des vaches ainsi traitées par moi, mais les premiers faits que j'aie notés semblent montrer qu'il est possible de retrouver dans ce lait non seulement les toxines injectées, mais d'y constater également la présence d'antitoxines dont l'utilisation pourrait être tentée, comme certains expérimentateurs (Frankel, Wassermann, etc.), l'ont déjà fait, autrefois, pour d'autres classes de maladies.

L'ensemble de ces faits montre que, par la possession de ces nouveaux composés, issus directement du protoplasma du bacille tuberculeux humain ou bovin, et l'emploi de ces bacilles modifiés eux-mêmes en vue de la production des phénomènes d'immunisation, nous approchons de plus en plus de la réalisation des espérances que nous formulions, il y a deux ans, dans notre Rapport au Congrès de Lyon. Et, en nous basant sur nos expériences et nos observations, nous nous jugeons autorisé à dire que le problème de la vaccination et de la thérapeutique de la tuberculose se précise de plus en plus et que, pour parvenir à une méthode d'application à la fois efficace et inoffensive, la voie paraît pour nous toute tracée.

En terminant, je tiens à remercier ici M. Louis Soubrane, MM. les Drs Blaizot et Labeyrie et M. Le Gloahec, de Nantes, dont la collaboration dévouée me permet de poursuivre maintenant beaucoup plus aisément mes expériences.

M. Paul BLUM

Médecin des Hôpitaux, Professeur suppléant à l'École de Médecine (Reims).

L'HYSTÉRICISME-DIATHÈSE

— 7 août —

Tant que le terme d'hystérie n'a servi à désigner que la crise nerveuse proprement dite, sa définition est restée claire et précise.

Mais depuis que les travaux de Le Pois, de Sydenham et plus tard de Briquet, de Dubois, de Landouzy, de Charcot et de toute l'école de la Salpêtrière ont étendu à l'infini le champ de cette maladie, en y faisant entrer tous les jours de nouveaux symptômes, la définition, comme l'a dit Lasègue, *n'a jamais été donnée et ne le sera jamais.*

Il est au moins étrange que parmi tous les termes employés en médecine ou en chirurgie, l'hystérie reste presque seule à chercher sa définition. Il faut bien qu'il y ait à cela une raison sérieuse. Nous la voyons dans ce fait que l'hystérie-maladie n'existe pas — on chercherait en vain à définir un fantôme.

L'*hystérie-maladie*, telle que la Salpêtrière l'a créée de toutes pièces, avec ses stigmates nécessaires et suffisants, l'hystérie de Paris, l'*hystérie névrose*, une et indivisible, comme l'a appelée un jour un de ses distingués parrains, a vu petit à petit, sous la poussée lente des idées de l'École de Nancy, sa personnalité s'effacer jusqu'à disparaître presque complètement.

Anesthésie, contracture, paralysie, retrécissement du champ visuel, vous n'êtes que des phénomènes pithiatiques, vous n'êtes plus les stigmates indélébiles de l'hystérie. Telle est du moins l'opinion actuelle de M. Babinsky, sur les fameux stigmates dont la signification a fait rompre tant de lances entre les deux Écoles rivales.

Pour l'éminent disciple de Charcot, l'hystérie n'est plus qu'un état psychique rendant le sujet qui s'y trouve capable de s'auto-suggestionner.

Voilà franchi le grand pas qui séparait la doctrine de Bernheim de celle de la Salpêtrière : l'hystérie n'est plus une maladie toujours semblable à elle-même, avec ses caractères spécifiques qui lui créent une personnalité autonome, absolument distincte, elle est devenue *un état psychique* avec certaines tendances particulières.

C'est la nature de ces tendances qui définira ce qu'on doit entendre par phénomènes hystériques. Tel est du reste l'avis de M. Ballet.

Ce qui paraît caractériser l'état hystérique, dit-il, c'est beaucoup moins le trouble suggéré en lui-même, que la modification psychique, pour une part au moins d'ordre émotif, qui crée une aptitude particulière à la suggestibilité. Voilà l'état mental qu'il s'agit d'analyser.

Pour M. Babinsky, on est hystérique quand on est pithiatique, autrement dit quand on peut s'auto-suggestionner. Mais les sujets sont nombreux qu'on persuade facilement, qui s'en font accroire, qui croient, comme on dit *que cela est arrivé!* C'est une manière d'être commune à bien des gens, c'est une faiblesse si l'on veut, sinon constante, du moins passagère, c'est encore une mentalité spéciale qui peut ne durer qu'un moment.

L'homme le plus normal peut avoir son heure d'hystérie. Il n'en est pas pour cela un pithiatique à perpétuité : le fait d'avoir eu, dans sa vie, une minute de pithiatisme, ne donne pas au médecin le droit de vous appeler hystérique. On peut faire appel de ce jugement : c'est ce que M. Pitres reconnaît implicitement quand il dit que les phénomènes pithiatiques existent chez beaucoup d'hystériques et non chez tous, et se retrouvent chez d'autres malades non hystériques.

La discussion reste donc ouverte, mais le terrain est bien dégagé.

L'*hystérie-maladie* n'existe plus : on a substitué à cette notion celle d'un état mental particulier, caractérisé par M. Babinsky par l'auto-suggestionnabilité, par M. Crocq par l'hyperimpressionnabilité et l'hypersuggestionnabilité, par M. Dufour par l'esprit d'imitation et la dysboulie.

Pour nous, cet état mental est une sorte de diathèse spéciale, capable comme les autres, d'imprimer aux maladies une physionomie particulière.

Tandis que l'arthritisme et la scrofule répondent, si l'on peut dire, à une viciation originelle ou acquise des phénomènes de la nutrition, l'*hystéricisme* répond à un trouble originel ou acquis de l'élaboration de la pensée et des actes.

De même qu'un arthritique ou un scrofuleux sont prédisposés à certains paroxysmes, ou réalisent les maladies sous une forme clinique qui met en évidence ces diathèses et permet quelquefois de les dépister lorsqu'on ne les soupçonnait pas encore, de même l'hystéricique, c'est-à-dire le sujet affecté d'*hystéricisme*, se reconnaîtra à la facilité avec laquelle il réalise des crises, ou exagère et maintient les réactions normales psycho-physiologiques.

« L'hystéricisme est la *propriété constitutionnelle ou acquise que possède le cerveau humain, d'exagérer ou de modifier les réactions psycho-physiologiques normales, sous la dépendance de l'émotivité ou de désordres organiques, et de tendre ensuite à les reproduire ou les conserver sous la nouvelle forme qu'elles ont prise.* »

L'hystérie c'est, si je puis dire, l'hystéricisme en action, comme le point de côté, les crachats rouillés dans la pneumonie, le tremblement et la rigidité musculaire dans la maladie de Parkinson, sont la manifestation clinique de ces deux affections, comme la charité, la clémence sont la preuve d'un état de bonté natif ou acquis.

Partout où l'on rencontre des symptômes n'ayant pas de substratum

organique, on peut soupçonner l'hystéricisme : l'hystérie, c'est la forme clinique même par laquelle l'hystéricisme d'un sujet se révèle.

C'est ainsi que pour avoir constaté chez un individu une crise nerveuse, une anesthésie morganique, une amblyopie sans lésion, un retrécissement du champ visuel, une contracture, je ne dirai pas que le sujet est atteint de la maladie dite hystérie sous la forme monosymptomatique; je dirai qu'il présente tels ou tels symptômes hystériques, qu'il fait preuve d'hystérie, et que je le considère comme affecté d'hystéricisme : c'est un *hystéricique*. J'aurai ainsi défini sa tendance morbide. Cette conception n'a pas seulement un intérêt immédiat, mais permet de porter tout de suite un pronostic pour l'avenir. L'hystéricisme ne se juge pas en une fois : la plupart du temps, il étend son action sur la vie tout entière.

Rien que pour cette dernière raison se justifierait déjà la nécessité de rejeter la notion de l'*hystérie-maladie* pour la remplacer par la conception de l'*hystéricisme-diathèse*.

Aussi, maintenant, quand on aura chez un sujet diagnostiqué une aphonie ou une paralysie nerveuses, un mutisme ou une contracture sans lésion organique correspondante, on ne dira plus que c'est un malade atteint de la maladie : *hystérie monosymptomatique*, mais que le symptôme qu'on vient de constater met en lumière l'hystéricisme du sujet, comme l'obésité précoce, le diabète, la calvitie, les adénites chroniques, indiquent dans d'autres cas l'existence de l'arthritisme ou du lymphatisme.

On n'aura plus le droit non plus de triompher tout à fait parce qu'on aura guéri une aphonie ou une paralysie nerveuses, pas plus qu'on ne pourra croire le malade à l'abri de tout accident ultérieur, lorsqu'on l'aura débarrassé de son obésité, de sa glycosurie ou de ses adénites.

Tous ces accidents sont la conséquence d'une manière d'être du sujet, de sa constitution, de sa diathèse ; et le médecin n'aura terminé son rôle, après avoir guéri un des accidents, que lorsqu'il aura traité l'hystéricisme, l'arthritisme ou le lymphatisme, en modifiant par des méthodes appropriées le terrain psychique ou organique.

Il ne s'agit donc pas, comme on peut le voir, d'une simple discussion philologique, dénuée d'intérêt pratique ; il était nécessaire, au point de vue thérapeutique, autant qu'au point de vue dogmatique, de substituer, à l'ancienne conception de l'hystérie-maladie, celle de l'hystéricisme-diathèse.

Jusqu'à présent, on avait surtout fait de l'hystéricisme une thérapeutique symptomatique, il était bon de penser à instituer en connaissance de cause un traitement pathogénique.

On ne se contentera plus de traiter les accidents hystériques par lesquels l'hystéricisme se révèle, on remontera jusqu'à lui, jusqu'à la tendance morbide pour essayer de la guérir ou d'en supprimer les effets.

Cliniquement, l'hystéricisme se révèle par des paroxysmes et par la physionomie clinique particulière qu'il imprime aux maladies des sujets qui en sont affectés.

Un grand nombre de malades présentent en effet des symptômes qui ne sont sous la dépendance immédiate d'aucune lésion organique.

Tantôt ces symptômes ne font que compliquer un état organique auquel leur présence donne une physionomie particulière, tels les aphasies, les paralysies complètes, les vomissements, contemporains d'une laryngite, d'une névrite, d'une dyspepsie, dont l'intensité ne comportait pas une symptomatologie aussi sérieuse, c'est de l'*hystéricisme compliquant*, ou de l'hystérie d'addition ; tantôt la lésion organique guérie, les symptômes psychiques persistent donnant l'illusion à un observateur non prévenu que la maladie n'a pas terminé son évolution : telles les paraplégies, les contractures, les anesthésies, les amblyopies consécutives à des paralysies ou des anesthésies qui ont eu, à un moment, leur raison organique, mais dont la cause première a disparu, c'est de l'*hystéricisme prolongeant*, ou de l'hystérie de rétention ; tantôt enfin ces symptômes constituent à eux seuls toute la maladie, comme cela arrive dans les crises convulsives, dans les défaillances nerveuses, dans les états d'automatisme, c'est de l'*hystéricisme paroxystique* ou hystérie vraie des anciens auteurs.

En résumé, à la notion d'hystérie-maladie nous substituons celle d'hystéricisme-diathèse, dont nous faisons l'analogue dans le domaine psychique de ce que sont l'arthritisme et le lymphatisme dans le domaine organique.

A cet hystéricisme nous reconnaissons trois formes cliniques sous lesquelles on peut ranger tous les symptômes que cette diathèse est capable de réaliser.

M. Paul BLUM

UN CAS D'AMOTILITÉ GÉNÉRALE INTERMITTENTE D'ORIGINE PSYCHIQUE SIMULANT LA MALADIE DE THOMSEN

— 7 août —

Mlle L..., âgée de vingt-quatre ans, habitant les Ardennes, nous écrit elle-même son observation : « L'affection dont je suis atteinte date du mois de juin 1907 ; elle a débuté par une sensation d'engourdissement du petit doigt et de l'annulaire de la main droite, puis j'ai ressenti des fourmillements dans la jambe droite. C'est à ce moment que ce sont produits les troubles pour lesquels je viens consulter aujourd'hui. »

Il s'agit d'un arrêt des mouvements, d'une sorte de paralysie générale passagère, caractérisée de la manière suivante :

Si je suis en train de causer ma langue se paralyse, je bredouille et je suis incapable avant une ou deux minutes d'articuler une parole intelligible; si je couds ou j'écris, ma main s'arrête pendant le même temps; si je marche, je reste comme figée sur place, ayant peine à tenir mon équilibre, ne pouvant ni avancer, ni reculer. Cet état d'arrêt général de la motilité s'accompagne d'un sentiment d'angoisse profond et d'une sensation de peur très vive. Fin octobre, sont apparues sur les mains et principalement sur la main droite, des vésicules grosses comme une noisette, qui ont duré trois jours et ont disparu petit à petit. En même temps, une tache brun clair, couleur café au lait, large de 5 centimètres et longue de 10 centimètres s'est formée sur l'avant-bras droit et a persisté depuis ».

Telle est l'histoire de la malade racontée par elle-même.

A l'examen clinique, nous constatons les particularités suivantes : c'est une jeune fille pâle, au teint légèrement terreux, au regard alangui à l'aspect las et déprimé.

L'examen des organes ne révèle rien de particulier: il n'y a pas de souffle à l'auscultation du cœur. Les urines ne renferment ni sucre ni albumine; il existe une légère tendance à la diminution des réflexes.

Mais notre attention est tout de suite frappée par les circonstances dans lesquelles se produit *cette amotilité générale et intermittente* dont se plaint la malade.

Ces arrêts de la parole, de la marche et des mouvements de la main, se produisent presque toujours dans des conditions identiques.

C'est au moment où il s'agira de monter dans le train ou d'en descendre, que la malade ne pourra plus bouger; en traversant la rue, elle s'arrêtera sur la voie du tramway; sur une route, elle choisira le passage à niveau pour ne plus avancer; c'est quand elle devra écrire ou tendre la main qu'elle restera immobilisée; c'est lorsqu'elle rencontrera une personne de connaissance que la parole viendra à manquer.

Cette particularité que cette amotilité se produisait toujours, *quand il ne fallait pas*, nous a fait penser tout de suite que nous étions en présence d'un phénomène purement psychique, greffé sur une polynévrite légère, de cause inconnue, guérie, mais en laissant comme trace dans le psychisme de la malade, ce syndrome original et sans précédent.

Nous proposons un traitement psychothérapique. Mais la malade était venue pour être guérie par l'*hypnotisme*. Fidèle à la règle absolue que je me suis imposée, de ne jamais faire d'hypnose, estimant que ce procédé est absolument inutile, je refuse d'accéder à son désir.

Je ne revois la malade que quinze jours après: les symptômes restaient les mêmes. Dans l'intervalle, elle était allée consulter un psychiâtre éminent de Paris qui avait diagnostiqué une maladie de Thomsen. Le pronostic paraissait donc très sérieux.

Néanmoins, après un nouvel examen attentif, et me basant surtout sur

les circonstances où se produisaient ces arrêts, je maintins mon diagnostic et entrepris la rééducation de la malade.

Je lui appris à surmonter son angoisse, à forcer la marche, lorsqu'elle s'arrêtait, à retrouver la parole quand elle venait à bredouiller.

Au bout de trois semaines d'exercices la guérison était *complète*, et la malade repartait n'ayant plus d'arrêts, et parfaitement rétablie au point de vue de son état général.

Les couleurs étaient revenues, la lassitude avait disparu, la figure avait pris une autre expression, le regard était plus vif, le caractère plus fermé, la volonté plus solide, bref la malade avait complètement recouvré son équilibre physique et moral. Je l'ai revue au mois de juillet 1908.

Elle est mariée : elle est restée très bien portante. Il ne reste plus trace des troubles trophiques qu'elle a présentés. Elle est enceinte et sa grossesse évolue normalement.

En somme, il s'agit là, d'une maladie réelle, organique, d'une polynévrite légère, ayant duré quelques mois, caractérisée cliniquement par les fourmillements, les troubles trophiques de la peau, et la parésie des membres, accusés par la malade, et qui se produisant, chez une jeune fille affectée de ce que j'appelle l'*hystéricisme*, a fait naître dans son esprit l'idée d'une paralysie plus complète que son psychisme a réalisée.

Il a suffi d'un traitement suggestif pour détruire le syndrome original que l'imagination du sujet avait créé de toutes pièces.

M. Louis MENCIÈRE

Chirurgien de la Clinique de Chirurgie orthopédique (Reims).

TECHNIQUE ET RÉSULTATS DE LA PHÉNOLISATION ET DE LA PHÉNO-PUNCTURE DANS LES TUBERCULOSES OSSEUSES ET ARTICULAIRES

— 7 août —

Dans mon mémoire, présenté au Congrès français de Chirurgie en 1907 (1), j'ai étudié incidemment l'action des injections intra-articulaires et interstitielles d'éther iodoformé dans les tuberculoses osseuses et articulaires.

En 1902, j'avais déjà publié un mémoire sur le même sujet dans les *Archives provinciales de Chirurgie* (2), car, dès 1896-1897, j'employais couramment cette excellente méthode qui, d'ailleurs, est fort ancienne.

(1) MENCIÈRE : *Phénolisation et phéno-puncture des tuberculoses osseuses et articulaires. Union à la phénolisation et à la phéno-puncture des injections intra-articulaires et interstitielles d'éther iodoformé. Action de ces dernières sur l'état général. — XX^e Congrès fr. de Chir.*, Paris 1908.

(2) *Ce que doit être le traitement moderne de la tuberculose articulaire. — Archives prov. de Chir.*, octobre 1902.

J'ai préconisé les injections *précoces*, à doses fractionnées, dès le début de la maladie, qu'il y ait ou non exsudats. Je n'ai jamais supposé, même en 1896-1897, être le premier à pratiquer la méthode.

Assurément, si les auteurs, qui ont récemment soulevé la question de priorité des injections au début, avaient songé aux travaux de Bergmann, Küster, Fedor, Krause, Bungner, ils auraient vu que ni l'un ni l'autre, l'un en 1896-1898, l'autre en 1904, alors que mon mémoire venait de paraître en 1902, n'avaient inventé la méthode des injections intra-articulaires et extra-articulaires d'emblée, dès que le diagnostic est fait.

Je préconise, dis-je, les injections intra et extra-articulaires d'éther iodoformé (injections précoces à doses fractionnées). Ces injections demandent une technique spéciale; elles sont excellentes dans certaines régions, à une période déterminée de l'affection; mais, fréquemment, elles doivent céder le pas, ou être combinées à la phénolisation ou à la phéno-puncture.

En 1901, m'appuyant sur les travaux de Phelps de New-York, j'eus la bonne fortune d'introduire en France la *phénolisation* et de créer la *phéno-puncture*, méthode nouvelle destinée à porter l'acide phénique pur au centre même des épiphyses.

Pour les détails de technique de la phénolisation, je vous prie de vous reporter à mon mémoire de 1907.

Là, j'ai expliqué la pratique de Phelps, et noté les points particuliers à ma technique personnelle.

Ma technique diffère de la sienne par deux points essentiels :

1° Mode d'application de l'acide phénique;

2° Question de régions : la phénolisation étant préférable pour les unes, la phéno-puncture, associée aux injections éthéro-iodoformées, pour les autres.

J'ai cru devoir modifier la méthode pour pénétrer, dans certains cas, au centre des épiphyses, soit à la période de début, soit à une période plus avancée. D'où mon procédé de phéno-puncture décrit dans plusieurs mémoires (1).

La phéno-puncture peut être sous-cutanée ou à ciel ouvert.

Non seulement la phéno-puncture *à ciel ouvert* est de mise au cours d'une arthrotomie avec phénolisation pour tuberculose aux deuxième et troisième degrés; mais la méthode *sous-cutanée ou à ciel ouvert* employée seule rend des services et doit être adoptée dans les tuberculoses au début.

(1) MENCIÈRE (de Reims) :

1° *Ce que doit être le traitement moderne de la tuberculose articulaire. — Archives prov. de Chir.*, octobre 1902 :

2° *Traitement des tuberculoses articulaires par la phéno-puncture* (méthode de l'auteur). — *Congrès international de Médecine*, Madrid, avril 1903;

3° *Démonstration pratique de mon instrumentation pour la phéno-puncture. — Faculté de Médecine de Madrid*, chaire n° 4, Madrid, 28 avril 1903.

On doit, dans certains cas, ne pas se déclarer satisfait de l'immobilisation dans l'appareil plâtré, même avec injections interstitielles d'éther iodoformé; il faut aller, en outre, tarauder les épiphyses pour y déposer, suivant une technique spéciale, quelques grammes d'acide phénique pur (1).

Voilà une modification essentielle au procédé de Phelps et toute une autre méthode de traitement des tuberculoses articulaires.

Pour pratiquer la phéno-puncture sous-cutanée, nous avons fait construire des instruments figurés dans le cliché ci-contre et dont voici l'énumération :

Un laveur contenant de l'alcool;
Une lancette *ad hoc* pour traverser les tissus mous d'un seul coup;
Un petit tube protecteur en métal, pouvant s'adapter à un petit entonnoir (2);
Une mèche hélicoïde, montée sur un manche très lourd;
Une pipette métallique;
Un récipient haut et étroit contenant de l'acide phénique pur.



FIG. 1. — Lancette.

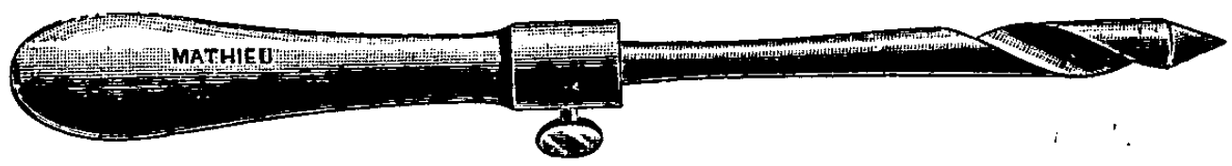


FIG. 2. — Mèche hélicoïde de 6 millim.



FIG .3 — Pipette métallique et protecteur.

La lancette spéciale, sorte de longue tige d'acier à forme aplatie et large, pénètre jusqu'à l'os et trace le chemin à la mèche hélicoïde.

Celle-ci est enfoncée à travers la petite plaie qui mesure à peine 1 centimètre et va tarauder l'os (3). Ce taraudage est rendu facile par le poids même de l'instrument, muni d'un manche très lourd et tenant bien en main.

La mèche hélicoïde mesure 6 millimètres de diamètre; elle est disposée

(1) Notez qu'il ne s'agit nullement d'injections d'acide phénique pur : la phénolisation et la phéno-puncture sont tout autre chose.

(2) Ce petit outillage très simple est utilisé soit pour la phénolisation, soit pour la phéno-puncture. Il permet de protéger les mains du chirurgien et la peau du malade, évitant ainsi des escarres à l'un et à l'autre. Un peu d'habileté et d'attention suffit pour éviter tout inconvénient. En cas d'accident, le remède est de laver immédiatement et abondamment à l'alcool absolu.

(3) Pour plus de sûreté, une petite curette très étroite va chercher les *débris osseux* produits par le taraudage, et qui en se mortifiant, constitueraient des corps étrangers.

de telle façon que les débris osseux sont attirés au dehors, montent seuls

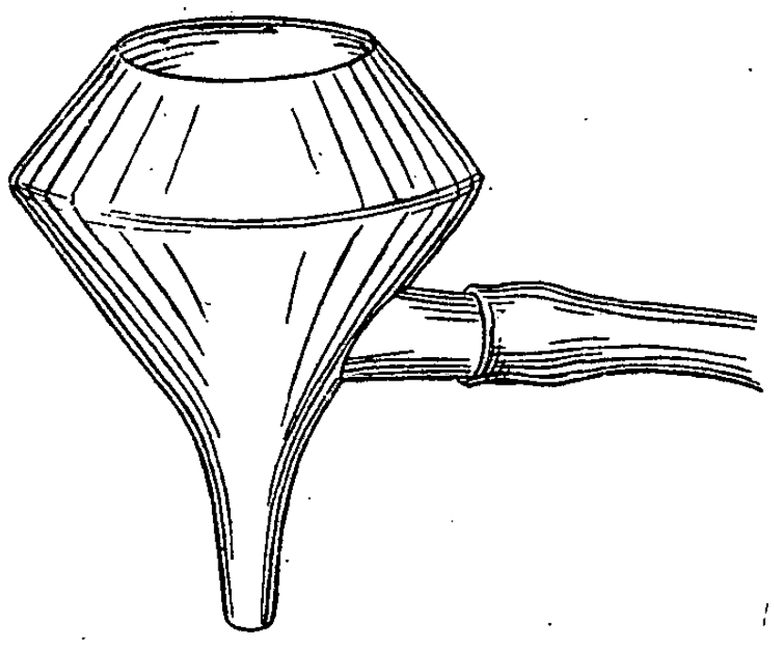


Fig. 4. — Entonnoir s'adaptant au protecteur et rendant facile le lavage à l'alcool. L'entonnoir garantit les parties molles environnantes et également les mains de l'opérateur.



Fig. 5. — Taraudage des épiphyses avec la mèche hélicoïde pour permettre de pratiquer la phéno-puncture (Méthode de l'auteur).

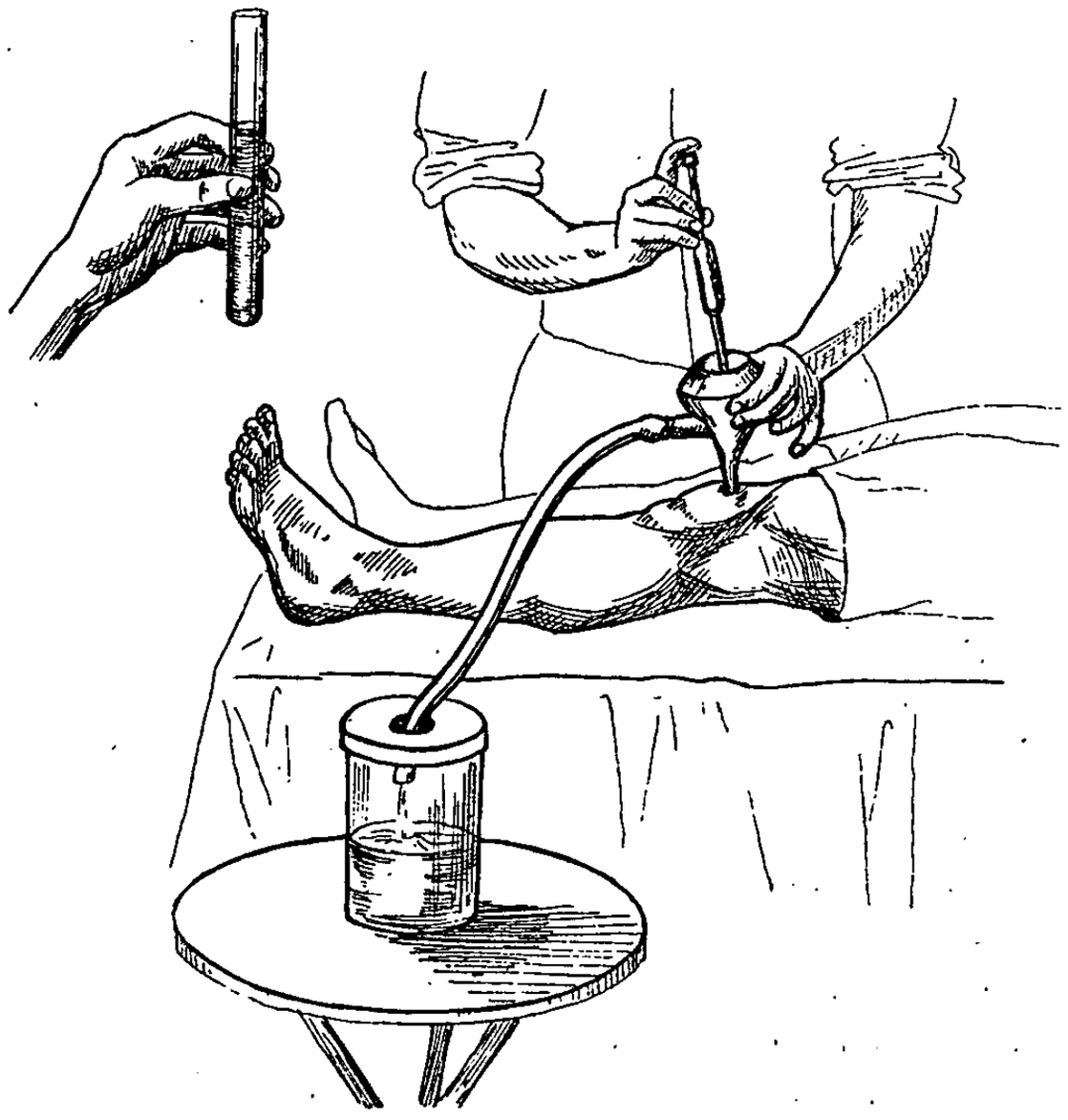


Fig. 6. — Le protecteur métallique est introduit à travers les parties molles, puis on adapte à un protecteur l'entonnoir métallique. — On prend de l'acide phénique pur dans une éprouvette (vase long et étroit) à l'aide de la pipette. — On soulève le doigt posant sur l'extrémité supérieure de la pipette et l'on dépose une certaine quantité d'acide phénique pur au centre de l'épiphyse.

autour de l'hélice à mesure que la mèche pénètre dans le tissu osseux. Un orifice de 6 millimètres de diamètre est ainsi percé au centre des épiphyses

à travers le condyle, sans contusion des parties molles, la lancette qui a frayé le chemin ayant à dessein un diamètre un peu supérieur à la mèche.

Le protecteur métallique, surmonté d'un entonnoir également métallique, est introduit à travers les parties molles qu'il doit protéger contre l'acide phénique pur, ce qui permettra une fermeture rapide de l'incision cutanée. Il va emboîter l'orifice percé dans l'os. On prend à ce moment la pipette chargée d'acide phénique et l'on porte cet acide au centre de l'épiphyse.

On a pu, de cette façon, agir sur le tissu osseux, le désinfecter, produire, par l'action énergique du liquide modificateur, des albuminates extrêmement bactéricides; en un mot, on a désinfecté énergiquement l'épiphyse, et provoqué en son centre une excitation favorable, qui amènera une phagocytose intense, une suractivité qui ne tardera pas à combler rapidement le petit orifice produit.

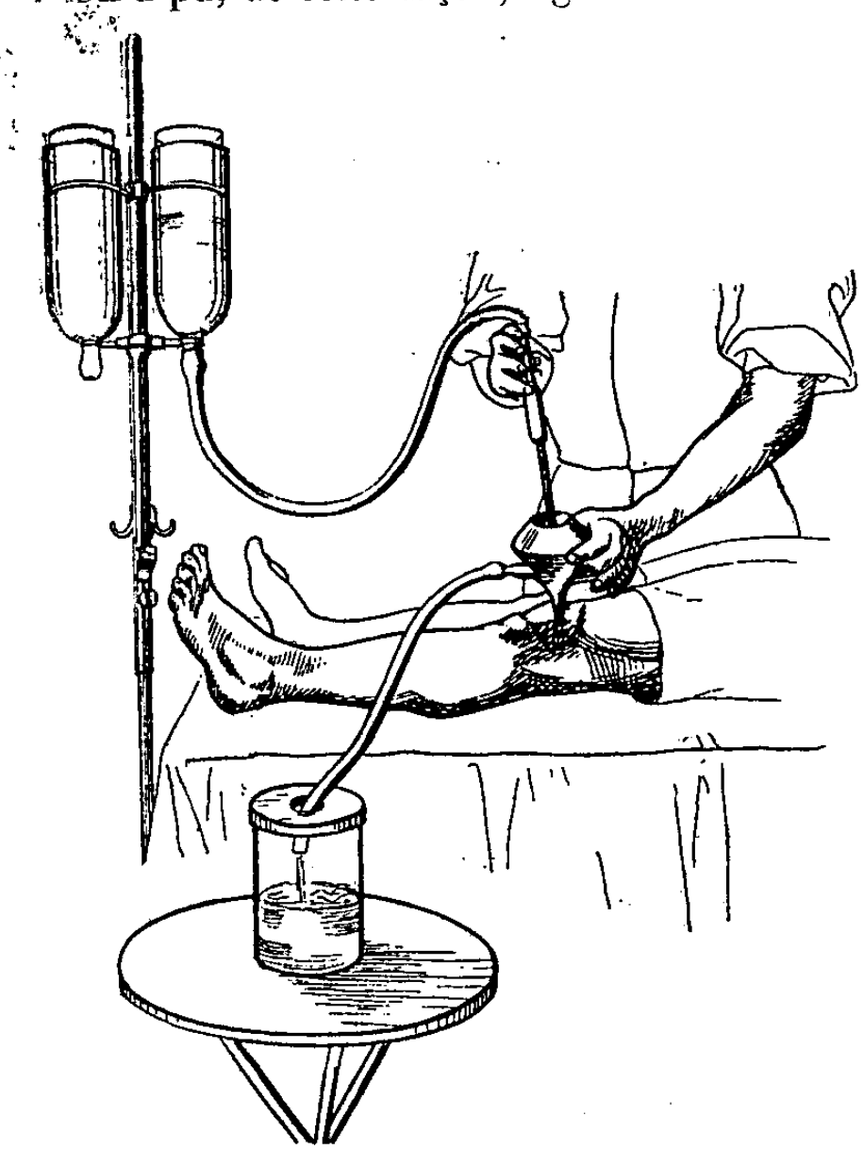


FIG. 7.

Je laisse le liquide en contact avec le tissu osseux une minute.

La pipette qui va maintenant me servir de sonde, est réunie par un embout métallique au laveur contenant de l'alcool. Je lave abondamment avec ce dernier liquide, antidote de l'acide phénique, les pointes de phéno-puncture.

Quand on pratique la phéno-puncture sous-cutanée au niveau des épiphyses, il faut avoir soin de se tenir en dehors de l'articulation et de ne pas y faire pénétrer l'acide phénique pur.

Nous ne devons pas oublier, en effet, qu'après la phéno-puncture, il faut un lavage abondant avec de l'alcool. Or, il serait difficile de faire un lavage articulaire par un orifice aussi petit et, de plus, l'acide phénique pourrait déterminer dans l'article une réaction intense conduisant à l'ankylose, ce que nous cherchons à éviter dans une tumeur blanche soignée dès le début. Après quelques jours, nous pratiquons, dans l'articulation

et au sein des parties molles, des injections interstitielles d'éther iodoformé, suivant la méthode indiquée dans plusieurs de mes mémoires (1).

La technique que je préconise diffère encore de celle de Phelps par une question de régions, ai-je dit.

De la lecture de son rapport (2), il ressort qu'il a surtout appliqué la méthode à la coxalgie.

Phelps est partisan de l'ouverture large, dans les arthrites fongueuses suppurées, aussitôt que le diagnostic d'abcès est fait, celui-ci fût-il peu volumineux : *il ne faut pas attendre de plus grands désordres*, dit-il.

Sur ce point, nous différons radicalement, car j'ai horreur de la coxalgie ouverte, même avec phénolisation :

1° Parce que la région se prête mal à un pansement véritablement protecteur ;

2° Parce que dans la coxalgie, la tuberculose fermée guérit admirablement par la phéno-puncture sous-cutanée et les injections d'éther iodoformé, la phéno-puncture sous-cutanée au niveau du grand trochanter et de la tête assurant la modification des épiphyses ;

3° Parce que, par ce procédé, j'ai sauvé des hanches compromises, se présentant même avec des abcès dans des conditions déplorables.

Donc, au premier degré, pas plus que Phleps d'ailleurs, je n'ouvre jamais une hanche.

Au deuxième degré, non plus.

Au troisième degré, presque jamais. Cependant, dans un cas désespéré, en présence d'une coxalgie grave, rebelle à la phéno-puncture sous-cutanée et aux injections interstitielles, en présence d'abcès multiples, intarissables par les injections éthéro-iodoformées, avec soupçon de lésions d'une gravité exceptionnelle du côté des os (séquestres volumineux, vastes dégâts, etc.), j'ai recours certainement à la phénolisation après ouverture large de l'articulation.

Cette pratique est donc bien en opposition avec celle de Phelps.

Moins radical que lui pour l'articulation de la hanche, je le deviens plus que lui pour l'articulation du *genou*, que j'ouvre bien avant la période des abcès, et pour laquelle je pratique la phénolisation large.

La tuberculose du *coude*, celle de l'articulation *tibio-tarsienne* se traitent comme la tuberculose du genou, sauf quelques variantes.

Pour la tuberculose du *carpe*, du *métacarpe*, du *tarse*, du *métatarse*, la phénolisation présente tout avantage et doit être pratiquée de propos délibéré.

La recherche du mouvement dans le traitement des tumeurs blanches

(1) MENCIÈRE, *Loco citato.*

(2) PHELPS (de New-York) : *Rapport lu devant le XIIIe Congrès international de Paris 1900.*

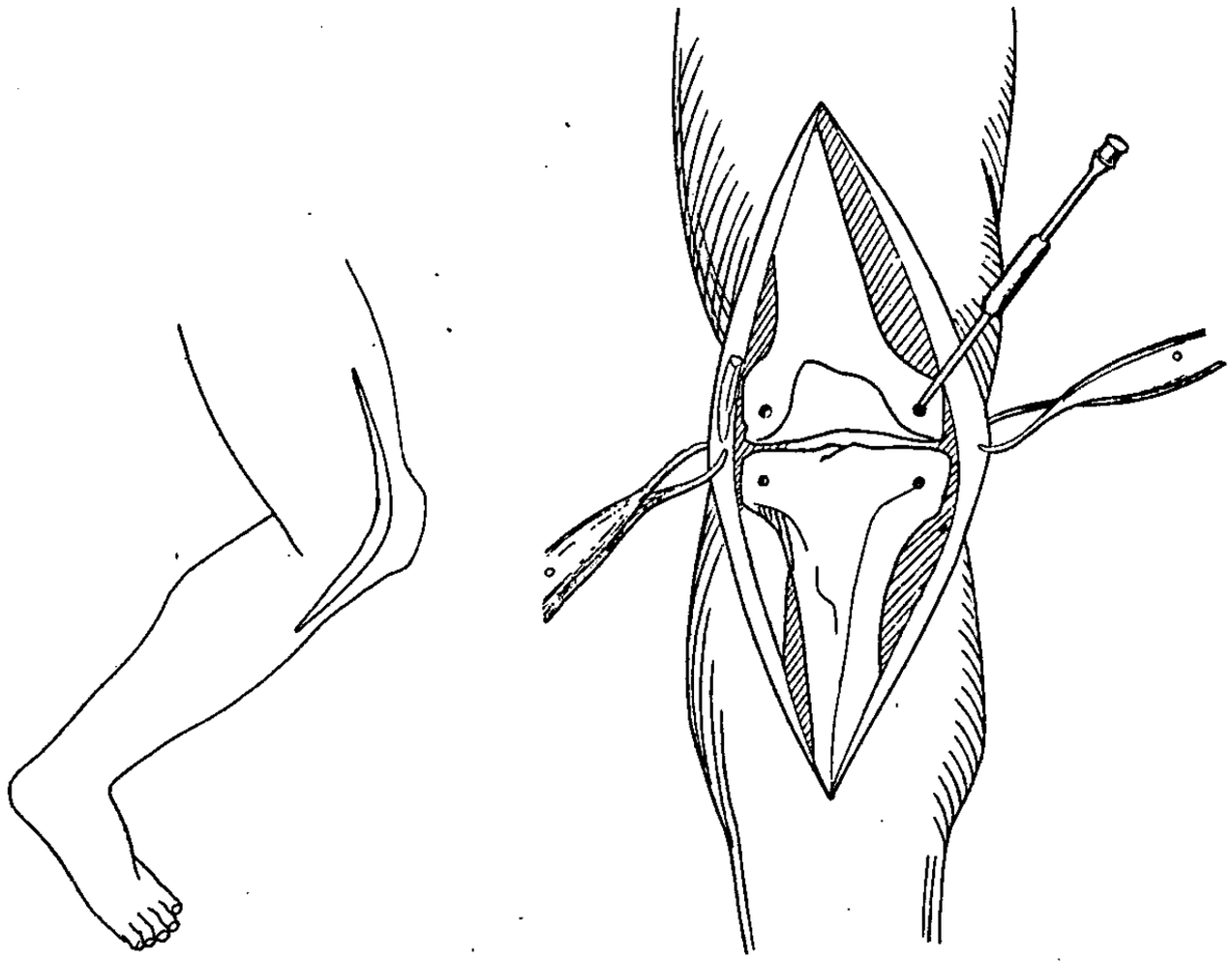
mérite une étude spéciale : dès 1900 (1), j'ai cherché à soulever cette question ; j'y reviendrai.

Le même outillage est utilisé dans la phéno-puncture à ciel ouvert, qui est souvent le complément de la phénolisation large des articulations.

Voici en quelques mots le procédé opératoire :

Lorsque l'articulation est ouverte et qu'on en a minutieusement exploré tous les recoins, pratiqué synovectomie, curettage, il faut, pour les lésions osseuses, recourir ici à la phéno-puncture et aller au centre des épiphyses. Le procédé est le même pour le taraudage par la mèche hélicoïde.

La pipette porte alors l'acide phénique dans les cavités osseuses creusées à cet effet, et inonde toute l'articulation pendant une minute. Cette articulation est ensuite largement lavée à l'alcool absolu.



Phéno-puncture à ciel ouvert. — Arthrotomie, synovectomie, curettage des lésions tuberculeuses, osseuses ou non. — Pointes de phéno-puncture dans les épiphyses articulaires.

FIG. 8. — Incision très longue descendant verticalement en dehors de la rotule, incision ne sacrifiant aucune des parties constituantes de l'articulation, ni du système musculaire péri-articulaire.— Pour isoler plus facilement les lambeaux, l'un externe, l'autre interne, le genou est mis en demi-flexion, parfois en flexion complète.

FIG. 9. — Les lambeaux de l'incision sont soulevés pour transformer l'articulation en une sorte de pont (le membre est en extension). Les pointes de phéno-puncture sont creusées dans les épiphyses. La pipette métallique va déposer l'acide phénique au centre des épiphyses. On ira même jusqu'à inonder l'articulation d'acide phénique pur pour agir sur les cartilages et les parties molles.

Pour la marche de la cicatrisation, je n'adopte pas les principes posés par Phelps.

Je n'emploie pas les tubes de verre qu'il conseille, et, au lieu de laisser

(1) MENCIÈRE : *Considérations sur le traitement rationnel des tumeurs blanches en général et particulièrement de la coxalgie. — Médecine moderne*, avril 1900.

béante l'incision opératoire, je place quelques points séparés pour rapprocher les tissus, laissant des points non suturés, *véritables soupapes d'évacuation* par où s'échappera la sérosité pendant les pansements.

Ces soupapes sont plus ou moins nombreuses, et souvent placées aux parties déclives, en dehors de la ligne d'incision complètement suturée. Je conseille d'empêcher leur fermeture pendant trente jours environ, en les bourrant de gaze stérilisée pour éviter la rétention.

Comment agit l'acide phénique pur?

Je ne puis expliquer son action, dit Phelps, que par une théorie : l'acide phénique s'unit à l'albumine des tissus pour former un albuminate éminemment antiseptique. Ce nouveau composé est absorbé par les lymphatiques et détruit les bacilles.

Je ne sais si nous devons admettre la théorie de Phelps qui explique l'action à distance par la formation d'un albuminate particulier. Je crois plutôt, en dehors de l'action directe du phénol, à l'action de la phagocytose.

Cette phénolisation énergique substitue à l'inflammation tuberculeuse une inflammation franche, provoque un appel de phagocytes qui luttent contre l'élément bacillaire.

Dans la phénolisation large ou dans la phéno-puncture à ciel ouvert pour les cas graves (1), du premier au troisième jour, on observe une formation de sérosités plus ou moins épaisses qui s'éliminent, provenant des issus soumis à la cautérisation phénolée énergique. Ces produits d'élimination peuvent être plus ou moins abondants, mais ce n'est pas du pus véritable, ce sont des produits *de déchets*, aussi la température est-elle peu élevée; elle oscille le soir aux environs de 38 degrés; le matin, pas ou peu au-dessus de 37 degrés. État général bon et non en rapport avec ce que l'on constate au pansement : d'où le peu de toxicité des produits éliminés.



FIG. 10. — Avant opération. — E. L., 16 ans. Tumeur blanche du genou fléchi à angle aigu. Début : 6 ans. — Phénolisation et redressement du membre.

L'élévation de température indique qu'il faut évacuer l'articulation par un pansement; j'y ajoute un lavage à l'alcool.

(1) Dans la phéno-puncture sous-cutanée, en trois ou quatre jours, la cicatrice analogue à celle qui est produite par une ténotomie sous-cutanée est guérie sous un seul pansement, sans qu'il y ait besoin de suturer.

Si les soupapes *évacuatrices* sont insuffisantes, ou si on les a laissées se fermer trop tôt, la température l'indique bien vite et l'on doit évidemment y remédier.

Un fait m'a toujours frappé : après quelques jours, les bourgeons charnus abondent ; on remarque à la suite de l'emploi de l'acide phénique pur une activité surprenante dans les tissus des arthrites tuberculeuses, tissus qui, après les résections simples, ont tant de peine à se cicatriser. Il y a une suractivité, une phagocytose intense favorable à la réparation. J'ai toujours remarqué un arrêt rapide de la tuberculose, une substitution de l'élément inflammatoire franc à l'élément tuberculeux.

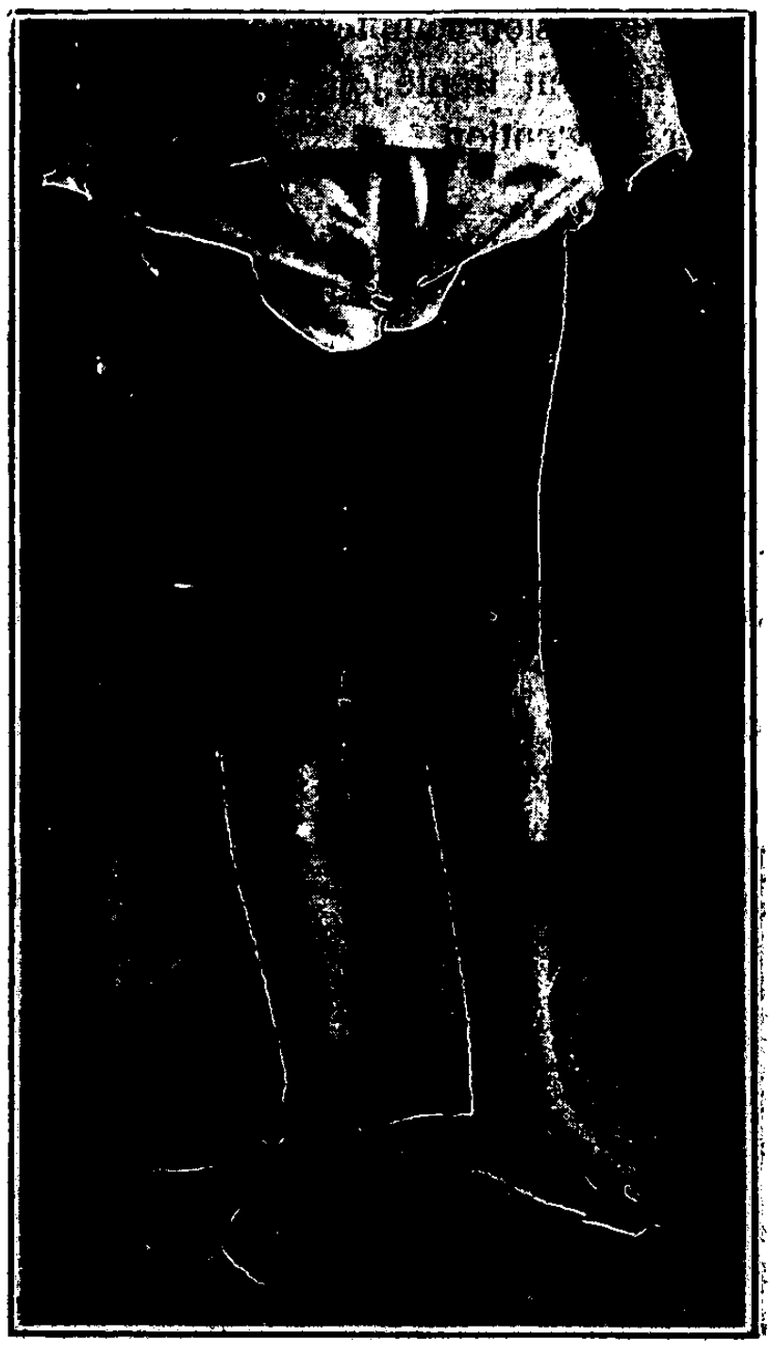


Fig. 44. — Après phénolisation. — E. L., 16 ans. La malade marche sans appareil et sans canne. Le redressement complet du membre est obtenu. La douleur a totalement disparu.

L'articulation, pendant quelques jours, présente un aspect lamentable, inquiétant pour un débutant dans la méthode, puis la sérosité diminue, les tissus prennent bon aspect et marchent vers la cicatrisation.

La cicatrisation à peu près complète demande de deux, trois à six mois. Mais parfois, il subsiste pendant plusieurs mois encore un point insignifiant non recouvert d'épiderme, un bourgeon charnu persistant qu'il faut toucher au thermo-cautère. S'il y a un petit trajet, il est bon d'y introduire une pointe fine de thermo-cautère.

La méthode comporte-t-elle des dangers?

Non, si l'on suit la technique indiquée. Je considère cependant comme prudent d'examiner les reins du malade, de le surveiller pendant quelques heures après l'opération. Il ne faut pas intervenir quand l'état général du sujet est trop mauvais pour permettre une opération quelque peu sérieuse.

Considérons les nombreux cas de Powel, ceux de Phelps, les miens, ceux de Gaudier, de Derocques et de Kirmisson, et je crois que nous

aurons là une statistique suffisante prouvant que la méthode est sans danger.

La quantité considérable d'acide phénique que l'on met en rapport avec les plaies dans la phénolisation ferait penser que les cas d'intoxication phéniquée sont fréquents. Or il n'en est rien.

Comment expliquer l'absence d'intoxication, soit locale, soit générale, dans la phénolisation?

Phelps admet que le phénol s'unit à l'albumine pour former un albuminate éminemment antiseptique, et non toxique. De plus, l'alcool pur est-il réellement, comme le dit Powel, un antidote de l'acide phénique?

Je crois, pour ma part, que l'on pourrait invoquer une autre raison qui serait simplement complémentaire des deux premières.

La phénolisation, où d'ailleurs il ne s'agit nullement d'injections, mais d'applications, intoxique moins que les pansements et injections phéniquées, parce que dans la phénolisation, l'acide phénique est concentré à l'état de pureté. Ceci ressemble à un paradoxe, mais s'explique.

Les solutions phéniquées n'ont pas un degré de concentration suffisant pour avoir une action chimique et se combiner aux tissus; elles sont absorbées : d'où intoxication.

Le phénol concentré agit peut-être sur les tissus, et fournit des combinaisons nouvelles non toxiques, peut-être aussi la cautérisation énergique produite au niveau des vaisseaux empêche-t-elle tout simplement l'absorption par un moyen purement mécanique.

Quoi qu'il en soit, un fait m'est démontré : l'acide phénique à l'état de solution faible intoxique et s'absorbe; l'acide phénique pur, à l'état de concentration, n'intoxique pas et n'absorbe pas, si du moins (je l'ai fait dans tous les cas) on pratique un lavage abondant à l'alcool pur.

La phénolisation et la phéno-puncture dans les cas graves évitent la résection, et par conséquent le raccourcissement qui en résulterait. La phéno-puncture, unie aux injections interstitielles d'éther iodoformé, permet, dans les cas récents, de guérir des tuberculoses articulaires avec partie ou intégrité des mouvements.

Par une série de clichés l'auteur montre ce que l'on peut obtenir dans les cas graves.

Discussion. — M. S. Leduc. — C'est un fait général que les actions chimiques ne se produisent qu'en présence de l'eau, sans eau les produits les plus actifs sont inertes, les acides anhydres n'ont plus aucune activité. Dans l'alcool pur, le chlorure de sodium ne précipite plus le nitrate d'argent.

Les actions toxiques et thérapeutiques sont parallèles aux actions chimiques. La toxicité est beaucoup diminuée par l'état anhydre, le toxique ne pouvant être absorbé et agir que par l'intermédiaire de l'eau enlevée aux tissus, son action se trouve considérablement ralentie, répartie sur un temps très long pendant lequel s'exerce l'élimination.

M. A. CADE
Médecin des Hôpitaux, Assistant de M. le Professeur J. Teissier

M. A. MOREL
Agrégé à la Faculté de Médecine

ET

M. Ch. ROUBIER
Interne des Hôpitaux (Lyon).

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LE SANG DES TUBERCULEUX ET DES CANCÉREUX. RÉSISTANCE GLOBULAIRE, DOSAGE DES ALBUMINES COAGULABLES DU SÉRUM (1)

— 7 août —

Nous avons étudié le taux de la résistance des hématies chez un certain nombre de tuberculeux et de cancéreux, qui ont été soumis pendant ces derniers mois à notre observation, à la clinique de notre maître M. le professeur *J. Teissier*. Chez la plupart des mêmes malades, nous avons pratiqué également le dosage des albumines coagulables du sérum. Nous allons exposer brièvement ici les résultats que nous avons obtenus dans ces deux ordres de recherches. Nous ferons précéder cet énoncé d'un historique rapide, qui montrera la variabilité des conclusions auxquelles sont arrivés les travailleurs antérieurs, et, par conséquent, l'intérêt qui s'attache à de nouvelles recherches poursuivies sur ce sujet.

I. — Résistance globulaire chez les Tuberculeux et les Cancéreux.

Historique. — Dans la tuberculose, la plupart des auteurs ont noté une diminution de la résistance des hématies : Chanel, dans le laboratoire du professeur Lépine, relève cette diminution et cela particulièrement chez les phtisiques fébriles ou asphyxiques. Maragliano, Chkliarewitch, arrivent à un résultat analogue : les hématies sont plus fragiles chez les tuberculeux, principalement dans les formes fébriles. Veyrassat note aussi qu'en général la résistance globulaire des tuberculeux se trouve diminuée.

Par contre, Gosdsitski observe que la résistance moyenne des hématies serait accrue dans la phtisie; Baumholtz, que leur résistance est relativement faible dans les cas légers et, au contraire, plus grande dans les formes graves. De ces auteurs on peut rapprocher Lang, qui relève, en général, de l'augmentation de la résistance dans toutes les maladies infectieuses.

(1) Travail de la clinique de M. le Professeur J. Teissier.

En somme, dans la tuberculose, surtout la tuberculose pulmonaire et plus particulièrement les formes fébriles, la résistance globulaire se trouve en général diminuée. Quelques auteurs, cependant, la trouvent accrue, du moins dans certains cas.

Nous allons trouver la même incertitude en ce qui concerne le sang des cancéreux. Pour Malassez, Urcelay, Maragliano et Castellino, les globules rouges chez les néoplasiques sont plus fragiles que normalement. Cependant Chanel trouve une résistance normale ou légèrement augmentée dans trois cas de cancer ou tout au moins de sténose de l'œsophage très probablement néoplasique. Veyrassat, tenant compte avant tout de la résistance moyenne des hématies, note également le maintien au taux normal ou l'accroissement de la résistance globulaire au cours du néoplasme de l'estomac, alors qu'en général chez les cancéreux elle se trouve très diminuée. Dans l'anémie pernicieuse protopathique ou cryptogénétique il y a de même une diminution notable de la résistance moyenne des hématies, et Veyrassat trouve là un élément de différenciation entre cette anémie et l'anémie symptomatique du carcinome gastrique.

Viola constate chez les cancéreux une augmentation fréquente de la résistance minima des hématies et surtout un accroissement de l'étendue de leur résistance.

Quant à Vaquez et Laubry, ils concluent que, dans le cancer, la résistance globulaire est tantôt normale, tantôt hypernormale et que souvent, mais non d'une façon constante, l'étendue de la résistance est augmentée.

Recherches personnelles. — Nous avons déterminé la résistance des hématies d'un certain nombre de tuberculeux (dix) et de cancéreux (quatre), suivant la méthode de Hamburger modifiée par MM. Vaquez et Ribierre et surtout par MM. Widal et Abrami. Nous avons suivi presque pas à pas la technique de MM. Widal et Abrami : le sang recueilli par ponction veineuse était immédiatement soumis à la déplasmatisation. Nous n'exposerons pas ici les détails du procédé. Il suffira de se reporter à un récent travail que nous avons présenté à la Société Médicale des Hôpitaux de Lyon (1) et surtout aux importantes communications de MM. Widal et Abrami devant la Société Médicale des Hôpitaux de Paris (1907).

Nos dix tuberculeux offraient des localisations diverses de l'infection bacillaire, mais principalement des localisations pulmonaires. Ils se présentaient à des stades plus ou moins avancés de leur affection et avec des formes anatomiques et évolutives variées, aiguës ou chroniques, granuliques, caséeuses ou fibro-caséeuses. Nous avons toujours vu la résistance de leurs globules rouges osciller entre les limites minima et maxima normales, et leur résistance moyenne se maintenir également au taux

(1) J. TEISSIER, A. CADE et Ch. ROUBIER : *Quelques observations à propos de la résistance des globules rouges au cours de certains états pathologiques, Soc. Méd. des Hôpitaux de Lyon* et *Lyon médical*, 1908.

habituel. Une fois seulement la résistance fut hyponormale, lors d'un premier examen, et se releva ultérieurement sous l'influence de l'ingestion de chlorure de calcium : il s'agissait d'un tuberculeux atteint préalablement de néphrite aiguë et encore albuminurique au moment de l'examen.

Chez les quatre cancéreux étudiés par nous, trois avaient leur néoplasme localisé à l'estomac, et deux de ces malades, très anémiques et très cachectisés, présentèrent un abaissement notable des résistances (minima, moyenne et maxima) de leurs hématies : avec le premier nous obtenions les chiffres suivants :

Début de l'Hémolyse dans la solution de NaCl à 0,56 0/0
Hémolyse forte à 0,50 0/0
Hémolyse maxima à 0,42 0/0

Avec le second malade, la fragilité globulaire, quoique moindre, dépassait certainement le degré normal :

Début de l'Hémolyse dans la solution de NaCl à 0,52 0/0
Hémolyse forte à 0,44 0/0
Hémolyse maxima à 0,38 0/0

Chez notre troisième cancéreux de l'estomac, la résistance globulaire était restée normale : il s'agissait d'un malade dont l'affection était beaucoup moins avancée et l'état général bien meilleur.

Enfin dans un cas de tumeur cérébrale nous trouvions une diminution légère de la résistance des hématies, du moins de la résistance minima.

Ces faits sont encore trop peu nombreux pour que nous en tirions dès à présent des conclusions fermes. Ils prouvent simplement que la résistance globulaire, mesurée avec la technique de MM. Widal et Abrami, peut être très nettement abaissée dans le cancer, et particulièrement dans le cancer de l'estomac.

Quant à la variabilité des résultats auxquels a conduit la recherche du degré de résistance des globules rouges chez les tuberculeux et les cancéreux, elle paraît devoir s'expliquer par les difficultés mêmes de cette étude, par la variabilité des techniques utilisées donnant des résultats difficilement comparables entre eux et enfin peut-être par les variations du degré de fragilité des hématies soit d'un malade à l'autre au cours du même état morbide, soit chez un même malade d'un stade à un autre de l'évolution de l'affection.

II. — Teneur en albumines coagulables du sérum des Tuberculeux et des Cancéreux.

Historique. — Celui-ci sera très bref. Nous ne pouvons guère signaler qu'un petit nombre de travaux.

Von Jaksch, Jolles, Dixon notent une diminution du taux de l'albumine du

sérum dans les anémies, et particulièrement dans les anémies secondaires. Il s'agit surtout d'une diminution relative par dilution du sang, par hydrémie.

Askanazy, Stintzing, Gumprecht, Grawitz, Strauer relèvent l'hypoconcentration du sérum des cancéreux cachectiques. C'est à ces quelques notions que se limitent nos renseignements bibliographiques. Ajoutons cependant que, d'après Askanazy, d'une façon générale dans les infections chroniques, le taux des albumines du sérum se trouve diminué (Bezançon et Labbé).

Recherches personnelles. — Nous avons dosé, à l'aide d'une technique très rigoureuse, les albumines du sérum sanguin, coagulables à + 100 degrés, chez la plupart des malades qui avaient fait l'objet des recherches précédemment exposées.

A l'état normal, le taux des albumines coagulables du sérum sanguin varie entre 70 et 76 0/00.

Chez nos neuf tuberculeux, nous avons relevé deux fois des chiffres normaux, six fois des chiffres un peu supérieurs au taux réglementaire (entre 77 et 88 0/00). Une fois seulement, la teneur albumineuse du sérum s'est abaissée à 65 0/00 ; il s'agissait d'un malade albuminurique ayant eu antérieurement une poussée aiguë de néphrite. Par contre, nous n'avons pu trouver l'explication de l'hyperalbuminose légère que nous avons pu constater à plusieurs reprises.

Sur nos six cancéreux, un néoplasme cérébral a présenté une légère hypoalbuminose (64,3 0/00) ; deux cancéreux de l'estomac se sont signalés à notre attention par une forte hypoalbuminose (49,3 et 56,2 0/00). Ces deux malades étaient très anasarqués. Deux autres néoplasmes de l'estomac, dont un déjà très cachectique, et une tumeur généralisée du testicule sont restés à des taux normaux.

Il est intéressant de rapprocher la grosse hypoalbuminose, constatée chez deux malades, de l'existence chez eux de gros œdèmes et d'épanchements dans les séreuses. Il semble qu'on puisse légitimement invoquer ici, comme Chiray l'a fait chez les brightiques œdémateux, l'état de dilution du sérum, d'autant mieux que l'hypoconcentration du sang par hydrémie chez les cancéreux cachectiques est une notion relevée par la plupart des auteurs.

L'hypoalbuminose serait donc dans ces cas plus apparente que réelle.

En somme, d'après nos propres observations, la résistance des hématies et le taux des albumines coagulables du sérum sanguin nous apparaissent comme à peu près normaux chez les tuberculeux ; l'une et l'autre sont parfois abaissés notablement chez les cancéreux, particulièrement les cancéreux de l'estomac, l'hypoalbuminose s'observant surtout chez les malades anasarqués.

M. THOMAS

Médecin-major (Clermont-Ferrand).

LE BAIN CARBO-GAZEUX ARTIFICIEL DANS LE TRAITEMENT DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE

— 7 août —

Les travaux de Huchard et de ses élèves, ceux notamment de Mougeot, de Royat, ayant démontré que le bain carbo-gazeux, à température indifférente, abaissait la température, relevait la tension artérielle et diminuait la fréquence du pouls, j'ai été amené à penser que cette méthode hydrothérapique pourrait être appliquée avec succès au traitement des typhiques chez lesquels le bain froid se trouve contre-indiqué.

J'ai traité par le bain carbo-gazeux artificiel, à température indifférente, (36°) trois typhiques présentant des contre-indications très nettes à la balnéothérapie froide :

1° Un sujet exceptionnellement nerveux, présentant des stigmates d'hystérie, qui ne pouvait absolument pas tolérer l'eau froide sous toutes ses formes (bain ou drap mouillé) ;

2° Un rhumatisant ayant eu, deux ans auparavant, à deux reprises différentes, des poussées articulaires, dont l'une compliquée d'endocardite ;

3° Un typhique, en cours de traitement par la méthode de Brandt, auquel j'ai dû supprimer les bains froids en raison d'une menace de myocardite.

La durée du bain a été de 8 à 10 minutes ; il a été donné trois bains par jour en moyenne.

Les bains ont été très bien supportés par les trois malades qui manifestaient, à chaque immersion, nne sensation de bien-être. Chez un quatrième, j'ai dû renoncer à leur emploi, la tension artérielle s'étant abaissée de 25 millimètres à la fin du premier bain.

J'ai pris avant, pendant et après les bains la température, la mesure de la tension artérielle et le pouls des malades.

1° Chaque bain a fait baisser la température de 1 degré à 1 degré et demi, celle-ci ne remontant à son point primitif que deux ou trois heures après la sortie du bain.

2° La tension artérielle s'est élevée en moyenne de 10 à 25 millimètres.

3° La fréquence du pouls a diminué de dix à vingt pulsations environ — mais cette diminution n'a jamais été constatée pendant l'immersion, dont le début a été marqué, dans certains cas, par une légère accélération.

Presque tous les bains ont provoqué une miction abondante, soit immédiatement, soit quelques minutes après l'immersion.

Chez l'un de mes malades, la pulsation récurrente palmaire, qui était retardée et très affaiblie, se trouvait renforcée après le bain et, au bout de six immersions, la pulsation rétrograde de la radiale était redevenue normale.

Vers le troisième ou quatrième jour de traitement, l'état des malades se trouve déjà sensiblement modifié.

La courbe thermique est heureusement influencée, les oscillations se faisant entre 37,5 et 38.

Le pouls tombe aux environs de 80 et la tension artérielle se maintient entre 150 et 160 millimètres, alors que chez les typhiques, mêmes traités par les bains froids, elle n'est guère que de 13 à 14 millimètres, quelquefois même seulement de 12.

La langue se nettoie, le ballonnement du ventre disparaît. La constipation est la règle. La diurèse est plus abondante.

L'aspect général du malade est celui du typhique traité par la méthode de Brandt.

Chez deux malades, la défervescence a commencé au milieu du troisième septenaire; chez le troisième, elle s'est faite brusquement à la fin du deuxième. De 38°,4, la température est tombée à 36°,9 pour ne plus se relever. Ce malade n'avait été baigné que trois jours.

La technique du bain est des plus simples, si l'on a recours au procédé préconisé par Huchard et Merklen.

On fait fondre, dans l'eau du bain, 3 kilogrammes de sel et 300 grammes de *chlorure de calcium*.

On ajoute immédiatement avant l'entrée du malade :

300 grammes de bicarbonate de soude.

Enfin, immédiatement après l'immersion, on verse :

310 grammes d'HCl du commerce à 22 degrés Baumé ou 420 grammes d'HCl pur à 25 0/0.

Les contre-indications de cette méthode sont : l'artério-sclérose, les lésions valvulaires aiguës, l'athérome, les cardiopathies avec hypertension.

D'après les expériences que j'ai pu faire et dont je viens de vous donner un compte rendu sommaire, je me crois autorisé à dire que le bain carbo-gazeux peut constituer, pour le traitement de certains déshérités du bain froid, un excellent succédané de ce dernier.

M. E. AGASSE-LAFONT
Chef de Laboratoire à l'Hôpital Saint-Antoine.
ET
M. F. HEIM
Agrégé à la Faculté de Médecine (Paris).
Chargé du cours d'Hygiène industrielle au Conservatoire National des Arts et Métiers.

LES RÉACTIONS HÉMATIQUES DU SATURNISME LATENT

— 8 août —

On est, semble-t-il, en droit de désigner sous le nom de saturnisme latent, ou peut-être mieux de présaturnisme, un état de l'organisme où l'imprégnation par le plomb est décelable, à l'aide d'une méthode chi-

mique suffisamment précise, mais où les réactions de l'organisme sont assez faibles pour passer plus ou moins inaperçues.

Ce présaturnisme semble, d'après les résultats d'enquêtes, que nous publierons ultérieurement, sur les conditions hygiéniques du travail dans diverses industries saturnines, extrêmement répandu dans la population ouvrière des usines à plomb. Chez nombre de sujets, il paraît compatible avec le maintien d'une santé normale.

Nous avons eu l'occasion d'étudier les modifications hématiques de sujets, professionnels du plomb, ne présentant et n'ayant jamais présenté d'accidents saturnins, et n'étant que peu ou pas anémiés, bref de sujets indemnes de tout « accident primitif de saturnisme », pour employer l'expression introduite par *Tanquerel des Planches* et *Grisolle*.

Les réactions que détermine dans le sang l'imprégnation légère de l'organisme par le plomb nous paraissent devoir attirer d'autant plus l'attention que leur recherche est susceptible de constituer une méthode sûre et rapide de dépistage du présaturnisme professionnel.

Les modifications sanguines du saturnisme cliniquement avéré, en particulier de l'anémie saturnine, ont été étudiées avec soin et sont parfaitement connues *(Malassez, Hayem, H. Lavrand)*.

La présence dans le sang d'hématies à granulations basophiles (érythrocytes ponctués), coïncidant avec la dégénérescence polychromatophile ou la vacuolisation, dans le saturnisme expérimental et clinique, est établie depuis les travaux de *Behrend, Hamel, Bloch, Sabrazès* et *Bonnet, Meillère* et *Georges, Laurie* ; cette réaction hématique est précoce et a été, incidemment, signalée chez des sujets bien portants, exposés au saturnisme par la nature même de leur profession ; mais on est loin d'être d'accord sur sa valeur comme élément de diagnostic ; contrairement à l'avis de leurs devanciers, en particulier de *Gravitz* et *Sabrazès, Bezançon* et *Labbe* mettent totalement en doute la dite valeur.

Une étude systématique du sang des professionnels exposés à l'imprégnation saturnine latente n'a pas été poursuivie, à notre connaissance. C'était une lacune à combler. *(Galet*, qui a examiné le sang de nombreux professionnels, n'a que très accessoirement observé des sujets en état de saturnisme latent.)

Les résultats que nous ont fournis les examens pratiqués sur des professionnels présaturnins complètent les faits signalés jusqu'ici chez les saturnins confirmés et précisent l'intérêt qui s'attache, comme méthode diagnostique, à l'examen des réactions hématiques. Nous avons exclusivement choisi comme sujets d'étude des ouvriers dans la force de l'âge, manipulant le plomb depuis de nombreuses années (5 à 30 ans), mais qui n'avaient cependant jamais eu d'accidents de saturnisme. Tous avaient un état général bon ; quelques-uns étaient un peu pâles, mais plusieurs, par

contre, avaient un teint normal ou même fortement coloré; tous éliminaient une certaine quantité de plomb décelée, et même dosable chez certains sujet, dans l'urine par la méthode chimique, proposée par l'un de nous et M. *A. Hébert*, pour la caractérisation et le dosage du plomb dans l'organisme (destruction des matières organiques par le procédé d'*Armand Gautier* et caractérisation du plomb par le réactif de *Trillat*) ; l'urine de ces sujets était recueillie par nous-mêmes avec toutes les précautions possibles pour éviter sa souillure, après la miction, par les particules plombiques, en suspension dans l'atmosphère des usines à plomb.

On pourra remarquer, sur le tableau annexé à la fin du travail, que notre examen a partiellement porté sur des professionnels, dont l'imprégnation saturnine avait été chimiquement caractérisée quatre ans auparavant, par la recherche du plomb dans l'urine, c'est-à-dire sur des sujets dont l'état de présaturnisme s'était maintenu depuis au moins quatre années.

Nous avons étudié les globules rouges (G. R.), les globules blancs (G. B.), la coagulation, et recherché le plomb circulant dans le sang total. C'est sur les globules rouges que nous avons trouvé les modifications les plus importantes; nous les étudierons en dernier lieu.

La recherche chimique du plomb a été faite par M. *A. Hébert*, sur deux à trois centimètres cubes de sang, obtenus par ponction veineuse, en appliquant la méthode ci-dessus rappelée pour l'urine. Chez tous les sujets, cette recherche est restée négative, ou n'a décelé que des traces de plomb.

Nous sommes donc en droit de conclure (la méthode étant suffisamment sensible pour déceler un milligramme de plomb dans 2 à 3 centimètres cubes de sang) que s'il existe chez les sujets, en puissance de présaturnisme, une certaine quantité de plomb circulant dans le sang, à l'état de combinaison organo-métallique par exemple, cette quantité reste inférieure à environ $0^{gr},33$ par litre de sang, soit pour la masse totale du sang, chez un sujet normal, possédant cinq à six litres de sang, une quantité de plomb circulant inférieure à un gramme de métal.

La recherche de la *rapidité de la coagulation*, faite en recueillant trois gouttes de sang du doigt sur trois lames de verre, nous a montré une coagulation généralement normale, terminée en neuf à quatorze minutes chez la plupart des sujets, un peu retardée chez quelques-uns. Mais ces différences nous ont paru devoir être rapportées à des causes extérieures; nos recherches n'ont pu être faites le même jour, et les changements de l'état hygrométrique de l'air ont été assez considérables pour suffire à expliquer les variations que nous avons constatées.

Globules blancs. — Nous n'avons retrouvé, dans aucun cas, les myélocytes (pseudo-leucémie-myélogène) signalés en telle abondance qu'ils pouvaient faire croire à une leucémie, chez certains sujets, dès le début du saturnisme.

Pohl avait trouvé l'acétate de plomb inactif sur la leucocytose.

D'après l'examen de trois cas de colique saturnine, *Achard* et *Loeper* concluaient à la production par le plomb d'une hyperleucocytose légère, avec polynucléose.

Les globules blancs ont été trouvés par nous en nombre normal chez presque tous nos sujets (1) ; un tiers d'entre eux ont présenté cependant une légère leucocytose, qui n'a pas dépassé 12.000. L'étude de la formule leucocytaire a montré une tendance assez nette à la mononucléose, 37,2 0/0 des sujets examinés présentaient moins de soixante polynucléaires sur 100 leucocytes. Le nombre d'éosinophiles a varié d'un sujet à l'autre dans les limites normales, sauf pour l'un d'eux (14) chez qui nous en avons trouvé un nombre énorme, 29 0/0 ; chez lui, l'éosinophilie doit être due à une cause tout à fait indépendante du saturnisme, mais que nous n'avons pu déceler (2).

La numération des *globules rouges* nous a montré qu'il n'y avait, chez nos sujets, pas d'anémie ou anémie peu marquée ; quatre sujets atteignaient ou dépassaient le chiffre de 5 millions d'hématies ; tous les autres étaient au-dessus de 4 millions. sauf un seul (12) chez qui nous avons trouvé seulement 3.400.00.

Au cours du saturnisme chronique confirmé, l'hypoglobulie est constante, on le sait ; elle reflète le degré d'imprégnation plombique dont elle suit, en quelque sorte, toutes les fluctuations *(Malassez)*.

On considère comme absolument constante l'hypoglobulie dans le saturnisme aigu ou chronique ; cette hypoglobulie se caractérisant par sa persistance, sa rétrocession extrêmement lente, même lorsque le sujet est soustrait à l'action du plomb *(Bezançon* et *Labbé)*. Il n'en est pas de même dans le présaturnisme.

La quantité d'hémoglobine oscillait, chez presque tous nos sujets, entre 60 et 80 0/0 du taux normal. La diminution était toujours plus sensible que celle des globules rouges, de telle sorte que la *valeur globulaire* a été constamment trouvée un peu inférieure à l'unité ; on sait que le sang du saturnin confirmé est également caractérisé par la diminution de la valeur globulaire *(Hayem)*.

La résistance globulaire, que nous avons appréciée par le procédé de *Vaquez* et *Ribierre*, sur les hématies, non déplasmatisées du sang veineux, s'est maintenue toujours dans les limites normales, sauf dans dix cas où nous l'avons trouvée légèrement augmentée.

(1) HAYEM a depuis longtemps indiqué que, chez le saturnin confirmé, le nombre des leucocytes reste normal : le fait est donc également vrai pour le présaturnin.

(2) WOLFF a, dans un cas d'anémie saturnine grave, rencontré une leucocytose neutrophile ; mais, dans les anémies graves, quelle que soit leur origine, le bouleversement de la formule leucocytaire est la règle dans un sens ou dans un autre ; il n'y a donc pas lieu de tenir compte de ce cas, d'autant plus qu'il est isolé.

Meillère et *H. Georges* avaient déjà noté une augmentation de la résistance globulaire, comme seule manifestation saturnine, chez le cobaye, intoxiqué par ingestion de plomb.

C'est l'étude du sang sec coloré, en particulier avec les bleus basiques, qui nous a montré les modifications les plus intéressantes.

Exactement les trois quarts de nos professionnels saturnins, certains *ayant un nombre normal de globules rouges*, ont présenté de la polychromatophilie, des hématies basophiles, des hématies granuleuses à grains basophiles, des hématies nucléées.

Le nombre de ces éléments anormaux était très variable suivant les cas: rares chez un sixième des sujets, au point qu'il fallait parcourir pendant plusieurs minutes la préparation avant d'en trouver un seul; plus abondants chez un tiers des sujets; enfin chez un tiers des sujets on trouvait en moyenne un élément anormal par champ de microscope. Dans les deux tiers des cas, nous avons constaté l'association d'hématies granuleuses et d'hématies nucléées, qui étaient toujours des normoblastes très nets, facilement reconnaissables par les différents modes de coloration, à noyau arrondi, central ou périphérique; parfois les hématies granuleuses existaient seules; mais nous n'avons jamais constaté le fait inverse, c'est-à-dire des hématies nucléées sans hématies granuleuses. Dans certains cas rares enfin, nous avons vu des hématies à la fois nucléées et granuleuses, le noyau étant central, et les granulations réparties tout autour.

Nous avons rappelé plus haut les travaux antérieurs, relatifs à la présence des hématies à granulations basophiles, chez les saturnins confirmés.

L'injection intracardiaque de plomb a déterminé en vingt-quatre heures, dans les recherches de *Meillère* et *Georges*, l'apparition d'hématies nucléées chez le cobaye.

Wolff a vu des globules nucléés dans un cas d'anémie saturnine grave, chez l'homme; mais l'anémie grave, de quelque origine qu'elle soit, s'accompagne presque toujours de la présence d'hématies nucléées.

Ce qui fait l'intérêt de nos constatations, c'est la présence d'hématies nucléées chez des sujets indemnes d'anémie.

Galet n'avait antérieurement constaté d'hématies granulées que chez des sujets saturnins à anémie caractérisée.

Dans un des meilleurs articles écrits jusqu'à ce jour sur le saturnisme, *Letulle* (in *Tr. de médec. et thérapeut.*, *Brouardel-Gilbert*, p. 97) était autorisé à dire récemment que :

> Chez les ouvriers exposés au plomb, et dont l'examen peut être pratiqué d'une manière méthodique et à proprement parler expérimentale, le premier phénomène capable de révéler le début certain de la maladie encore latente est l'anémie.

Cette assertion devient inexacte si on s'adresse, comme nous l'avons fait, aux présaturnins, chez lesquels les réactions hématiques précèdent l'anémie proprement dite.

En résumé, nos examens sur le sang des présaturnins aboutissent aux constatations suivantes : impossibilité de doser, par les procédés actuels d'investigation, le plomb circulant dans le sang, en faisant cette recherche sur la minime quantité de sang qu'on est autorisé à prélever sur le vivant ; coagulation normale ; parfois légère leucocytose et assez souvent tendance à la mononucléose ; pas ou peu d'anémie ; diminution plus ou moins forte de la quantité d'hémoglobine ; résistance globulaire généralement augmentée ; présence très fréquente d'hématies basophiles, granuleuses et nucléées.

La réaction des organes hématopoiétiques (probablement la moelle osseuse), qui aboutit à la présence dans le sang de ces hématies anormales, paraît être la réaction la plus précoce et la plus caractéristique de l'imprégnation saturnine.

Sabrazès a fait remarquer, depuis plusieurs années déjà, que ces hématies anormales ne se rencontrent — en dehors des leucémies et des anémies extrêmes — que dans l'intoxication saturnine. Dans les autres intoxications, aiguës ou chroniques, expérimentales ou accidentelles, le sang n'en renferme pas.

Et ce qui rend leur présence particulièrement intéressante et utile au diagnostic, c'est que, de même qu'on les voit paraître d'une façon précoce dans l'intoxication expérimentale, en particulier chez le cobaye, de même, pour l'homme lentement imprégné par le plomb, leur apparition peut se faire, chez des individus d'apparence normale, en dehors de toute manifestation clinique, actuelle ou ancienne, d'intoxication saturnine.

Les mêmes réactions hématiques précoces sont facilement décelables, comme nous nous en sommes assurés, chez les animaux de laboratoire (lapin) soumis à l'intoxication saturnine, à doses minimes et filées.

Grawitz, ayant en vue les saturnins confirmés, a recommandé l'examen fréquent du sang comme moyen utile de prophylaxie. Nous sommes amenés à partager cette manière de voir, en ce qui concerne les présaturnins.

La recherche des hématies nucléées, granuleuses, basophiles, peut donc être, surtout si elle est combinée à la recherche du plomb dans l'urine, une méthode précieuse pour l'étude des multiples questions que soulève la constatation d'un état de saturnisme latent.

Chez nombre de sujets, cet état paraît compatible avec le maintien d'une santé normale. Mais pour combien de temps cet équilibre de santé est-il assuré ?

Dans quelle mesure un sujet en état d'imprégnation plombique, non

manifestée, se trouve-t-il au seuil de l'intoxication confirmée? Autant de questions capitales pour l'étude de la morbidité professionnelle dans les industries saturnines, et pour la prophylaxie individuelle et générale des accidents saturnins.

Le dépistage du saturnisme latent permettra une surveillance médicale sévère de tous les sujets qui, dans les industries saturnines, sont en imminence d'intoxication ou de rechute; il permettra, par là même, de les soustraire à temps à une influence délétère.

Il y aura lieu de déterminer, pour chaque composé plombique manié dans l'industrie, la rapidité et le degré de l'imprégnation par le plomb de l'organisme d'un sujet intact (travailleur entrant dans la profession); la durée du séjour du plomb dans l'organisme à partir du jour de la cessation du travail saturnin; la durée et les modes d'élimination du plomb; l'influence respective des facteurs suceptibles d'agir sur cette élimination.

Nous ignorons totalement, en dépit du nombre immense de travaux dont le saturnisme a été l'objet, s'il existe une dose minima de plomb, dont l'accumulation dans l'organisme soit compatible avec le maintien d'une santé parfaite chez un sujet normal.

Ce serait une donnée d'importance primordiale pour l'assainissement des industries saturnines et pour la détermination des doses de vapeurs et de poussières plombiques, hygiéniquement tolérables dans certains ateliers, où ces sources de pollution de l'air ne peuvent être radicalement taries dans la pratique.

La recherche et la numération des hématies à granulations basophiles et des hématies nucléées, combinées, avec l'étude de l'élimination plombique par l'urine, semblent être à même de fournir, dans la plupart des cas, des éléments de solution à ces problèmes.

A titre de document et d'exemple, nous annexons à cette note un tableau résumant l'examen hématologique et urologique de la population ouvrière d'un atelier d'industrie saturnine, choisi au hasard parmi ceux dont nous avons précisé les conditions hygiéniques, un seul sujet ayant été atteint dans cet atelier d'un accident saturnin caractérisé (colique de plomb).

NOM et NUMÉRO D'ORDRE	RÉSUMÉ de L'HISTOIRE CLINIQUE	GLOBULES ROUGES					GLOBULES ROUGES				GLOBULES BLANCS —	FORMULE				COAGULATION	QUANTITÉ de plomb circulant dans le sang nulle ou en milligr.	QUANTITÉ de plomb éliminé par litre d'urine en milligr.	ÉLIMINATION (non dosée) du plomb 4 ans auparavant (1904)
		NOMBRE	FORME-VOLUME	HÉMO-GLOBINE	COLORATION	HÉMATIES BASOPHILES	HÉMATIES GRANULEUSES	HÉMATIES NUCLÉÉES	RÉSISTANCE début	RÉSISTANCE fin	NOMBRE	POLY-NEUTRE	POLY-ÉOSINE	Monoésine grands-moyens	LYMPHOC.				
M..., 1	H. 45 ans. Manie le plomb depuis 11 ans. État général excellent, jamais d'accidents. Teint rosé.	4.800.000	Normaux	70 à 80	Polychromatophile	Assez nombreuses	Assez nombreuses	»	0,42	0.33	11.200	71	3	24	2	11 minutes	14,0	Traces douteuses	Traces
B..., 2	H. 50 ans. Manie le plomb depuis 10 ans. État général excellent, jamais d'accidents. Teint rouge.	4.900.000	Normaux	»	Normale	»	»	»	0,44	0,32	9.600	52	3	39	6	»	7,2	Traces douteuses	Traces douteuses
S..., 3	H. 42 ans. Manie le plomb depuis 18 ans, État général bon.	5.200.000	Normaux	95 à 100	Normale	«	»	»	0,46	0,32	12.000	65	3	26	6	10 miuutes	10,2	»	Traces douteuses
M..., 4	H. 38 ans. Manie le plomb depuis 6 ans. État général bon.	4.600.000	Un peu inégaux	»	Polychromatophile	Assez nombreuses	Nombreuses	Nombreuses	0,42	0,29	12.000	69	2	26	3	11 minutes	25,0	Traces	Traces
C..., 5	H. 58 ans. Manie le plomb depuis 30 ans. État général bon.	5.100.000	Normaux	»	Normale	Rares	Assez rares	Assez rares	0,42	0,29	6.800	64	1	31	4	12 minutes	13,1	Traces	Traces
H..., 6	H. 46 ans. Manie le plomb depuis 22 ans. État général bon.	4.000.000	Normaux	»	Normale	Rares	Rares	Rares	0,39	0,29	7.000	68	4	20	8	9 minutes	13,6	0,18	Traces
H..., 7	H. 45 ans. Manie le plomb depuis 20 ans. État général bon. Jamais d'accidents.	4.000.000	Inégaux	»	Polychromatophile	Nombreuses	Nombreuses	»	0,39	0,29	8.000	75	1	20	4	12 minutes	14,2	0,80	Traces
G..., 8	H. 40 ans. Manie le plomb depuis 10 ans. Jamais d'accidents. État général bon.	5.200.000	Normaux	»	Normale	»	»	»	0,39	0,25	12.000	59	1	33	7	13 minutes	21,3	0,17	Traces
D..., 9	H. 38 ans. Manie le plomb depuis 5 ans. Jamais d'accidents. État général bon. Un peu pâle.	4.400.000	Un peu inégaux	65	Polychromatophile	Assez nombreuses	Assez nombreuses	»	0,39	0,25	5.200	52	2	46	»	11 minutes	20,1	Traces	»
R..., 10	H. 41 ans. Manie le plomb depuis 6 ans. Jamais d'accidents. Pâle.	4.500.000	Normaux	60	Polychromatophile	Assez nombreuses	Assez nombreuses	»	»	»	6.500	65	1	27	7	12 minutes	13,5	»	Traces
L..., 11	H. 53 ans. Manie le plomb depuis 9 ans. Une colique de plomb. Un peu pâle.	4.800.000	Normaux	70	Polychromatophile	Nombreuses	Nombreuses	»	0,39	0,25	7.200	54	1	32	13	14 minutes	12,8	10,	Traces
L..., 12	H. 55 ans. Manie le plomb depuis 9 ans. Jamais d'accidents. Pâle.	3.400.000	Très inégaux et déformés	60	Polychromatophile	Très nombreuses	Très nombreuses	Très nombreuses	0,39	0,22	6.500	58	2	25	15	14 minutes	8,9	13,4	Traces
L..., 13	H. 47 ans. Manie le plomb depuis 15 ans. Jamais d'accidents. État général bon.	4.600.000	Normaux	70	Inégale	Assez nombreuses	Assez nombreuses	»	0,35	0,25	5.800	70	4	24	2	20 minutes	11,13	14,8	Traces douteuses
A..., 14	H. 47 ans. Manie le plomb depuis 5 ans. Jamais d'accidents. Pâle.	4.120.000	Normaux	60	Normale	»	»	»	0,39	0,25	9.600	39	29	26	6	16 minutes	13,4	27,1	Traces
E..., 15	H. 34 ans. Manie le plomb depuis 10 ans. Jamais d'accidents. Teint rouge.	5.200.000	Normaux	95	Normale	Rares	Rares	»	0,38	0,24	6.800	61	1	32	6	18 minutes	19,2	23,9	Traces douteuses
Q..., 16	H. 52 ans. Manie le plomb depuis 22 ans. Pâle. Jamais d'accidents.	4.000.000	Normaux	65	Polychromatophile	Très nombreuses	Très nombreuses	Nombreuses	0,39	0,19	11.000	73	2	23	2	15 minutes	15,1	31,2	Traces

BIBLIOGRAPHIE

MALASSEZ : *Anémie saturnine. — Soc. de Biologie, Gaz. des Hôpitaux*, 1874.
HAYEM : *Du sang et de ses altérations*, 1889 ; *Maladies du sang*, 1900.
BEHREND : *Soc. de Méd. de Berlin*, 1899, 16 oct.
GRAWITZ : *Deut. med. Woch.*, n° 36, 1899, 7 sept.
H. LAVRAND : *Actualités médic.*, n° 13, 1899.
BLOCH : *Deut. med. Woch.*, n° 5, 1900.
HAMEL : *Deut. Arch. f. klin. Med.*, vol. LXVII, 1900.
SABRAZÈS, BONNET et LEGER : *Soc. Lin. de Bordeaux*, 4 avril 1900 ; *Journ. de physiol. et de pathologie génér.*, nov. 1900.
BLOCH : *Beitr. r. Hœmatologie. — Zeitsch. f. Klin. med.*, vol XLIII, 1901.
ACHARD et LOEPER : *Soc. Biol.*, 23 février 1901.
A. WOLF. — *Berlin. Klin. Woch.*, 1902, 6 septemb.
S. LAURIE : *Vratch*, p. 611, 1905.
GRAWITZ. — *Berlin. Klin. Woch.*, 6 nov. 1905.
BEZANÇON et LABBÉ : *Traité d'hématologie*, 190 .
POHL : *Arch. f. experiment. Pathologie*, XXII, p. 306.
GILBERT : *Le Saturnisme expérimental. — Rapp. ann. de l'Inspection du Travail de Belgique*, 1906.
G. RUELENS. — *Le diagnostic du saturnisme par des méthodes de laboratoire. — 1er Cong. nation. des Acad. du Travail et des Maladies professionnelles*, Bruxelles, 1907.
O. GALET. — *Contribut. à l'ét. expériment. et clinique des anémies profession., notamment de l'anémie saturnine. — Mém. Ac. Méd. de Belgique*, 1906.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

M. BARJON

Médecin des Hôpitaux (Lyon)
Président.

DISCOURS D'OUVERTURE

— 3 août —

MES CHERS COLLÈGUES,

Désigné, grâce à votre courtoisie aimable, pour la présidence des séances de votre Section au cours de ce Congrès annuel, j'ai ressenti bien vivement l'honneur de cette flatteuse distinction. Je vous en remercie très sincèrement.

Permettez-moi cependant d'en dégager une pensée plus générale, moins personnelle et de donner à votre choix une signification plus haute. En me faisant l'honneur de m'appeler à cette présidence ce n'est pas ma personne que vous avez voulu désigner, car je suis parmi vous un spécialiste de la dernière heure, c'est au médecin que s'adressaient vos suffrages. Vous avez compris que ce titre est notre raison d'être et notre force, que nous devons le revendiquer et le justifier avant tout, que plus nous serons médecin, plus aussi nous aurons d'autorité et plus nous inspirerons de confiance. Nous vivons à une époque où il n'est pas inutile de le rappeler. Sans doute les agents physiques et l'électricité appartiennent à tout le monde, ces merveilleuses forces de la nature maîtrisées et assouplies docilement par le génie de l'homme ont réalisé partout des merveilles. Mais si nous nous occupons de l'application de ces forces à l'étude et au traitement des maladies, nous entrons dans un domaine privé où le titre de médecin seul peut et doit donner accès. C'est cette vérité évidente que l'Académie de Médecine a dû proclamer à nouveau par la voix autorisée de son rapporteur M. le Dr Chauffard. C'est son adoption par le corps médical, par le public, par le haut personnel administratif de l'Assistance publique, sa consécration enfin par les pouvoirs publics qui a fait l'objet de nos préoccupations. Permettez-moi d'ajouter qu'aucune conception égoïste ou étroite ne nous a servi de mobile, mais que l'intérêt supérieur des malades seul nous a guidé. Montrons, mes chers collègues, que vrai-

ment telle est toujours notre pensée. Soyons satisfaits de la belle et unanime manifestation de l'Académie de Médecine, et sachons attendre. Aussi n'est-ce pas à des récriminations bruyantes ou à des agitations stériles que je vous convie. Je vous engage à entrainer la conviction non par le raisonnement qui discute, mais par l'exemple persuasif. Sachons faire ressortir nous-mêmes l'importance que nous attachons à notre titre. Montrons-nous vraiment médecins.

Ne nous contentons pas seulement du titre mais cherchons à en acquérir les qualités, à en perfectionner la science, à en développer les méthodes. C'est tout à l'honneur de notre éducation médicale française de nous obliger à être des médecins avant de devenir des spécialistes. Cette spécialisation tardive après de solides études générales est notre sauvegarde contre nous-mêmes en même temps qu'une garantie pour nos malades. C'est grâce à notre éducation générale médicale que nous restons en contact avec avec nos collègues médecins et chirurgiens parce que sur ce terrain nous parlons le même langage et nous pouvons nous comprendre. Cette liaison nous est indispensable, en dehors d'elle il n'y a pas de progrès possible. Le vrai spécialiste doit craindre l'isolement; qu'il redoute beaucoup de s'enfermer dans le cercle étroit de son instrument ou de sa méthode. S'il borne ses regards, il bornera ses pensées, son intelligence et ses conceptions. Sans doute il doit connaitre son instrument jusque dans ses moindres secrets, il doit n'ignorer aucune des lois qui régissent son fonctionnement et ses applications, mais il ne doit pas borner là son effort. Ce qui le distingue essentiellement du physicien c'est *la science du malade*. Il doit pouvoir en faire un examen complet et approfondi, il doit n'ignorer aucune des méthodes clinique d'investigation. En vrai médecin il discute son diagnostic sans se laisser égarer par une impression ou par un signe anormal. Ayant beaucoup observé, il connait la mobilité et l'inconstance, il craint de se laisser surprendre. Il épluche, il regarde, il tarde à se prononcer et ce que l'on prend parfois pour de l'hésitation n'est au fond que de la sagesse. Il lui faut un terrain solide. Alors, en toute certitude, il peut appliquer judicieusement une thérapeutique rationnelle parce que ses indications découlent elles-mêmes des données de la physiologie pathologique.

Cette thérapeutique, il l'applique toujours avec prudence et mesure, il ne se laisse ni enthousiasmer par un succès, ni décourager par un échec, il en recherche les causes, les analyses et les fait servir à son instruction. Il ne se hâte pas de généraliser. Un fait isolé, quelque curieux qu'il soit, garde pour lui son intérêt propre sans le faire préjuger des autres. Pour conclure il lui faut des masses de faits, il veut avoir suivi toutes les phases de l'évolution, étudié les complications, constaté les récidives, avant de se prononcer sur la valeur des résultats. Il est le premier à proclamer à

voix haute les contre-indications de sa méthode, les dangers qu'elle peut présenter, les accidents auxquels elle expose. Il étudie minutieusement les conditions dans lesquelles ils se produisent et indique comment on peut les éviter.

Cherchons donc, mes chers collègues, à réunir en nous-mêmes dans un judicieux accord, les qualités maîtresses du bon médecin à celles du bon spécialiste. En le faisant, nous aurons plus fait pour notre cause que ne pourront jamais le faire tous les vœux, toutes les proclamations, tous les raisonnements. Nous convaincrons doucement et lentement, mais n'oublions pas que ce sont les infiltrations lentes qui pénètrent le mieux. Ne cherchons jamais à forcer la conviction de nos malades ou de nos confrères, laissons-leur le plaisir de découvrir par eux-mêmes les avantages et le bénéfice de nos méthodes, leur conviction n'en sera que plus sincère et plus vraie. La vérité est toujours assez forte pour éclater d'elle-même dans sa nudité, craignons d'empêcher de la bien voir en l'habillant trop.

Et maintenant, avant d'ouvrir nos séances, permettez-moi de vous remercier tous de l'empressement que vous avez mis à répondre à l'invitation de l'Association française. Votre présence ici témoigne du travail salutaire qui s'y prépare. Je remercie bien vivement ceux de nos collègues qui ont accepté avec tant d'amabilité les fonctions de rapporteur et vont nous faire profiter de leur science et de leur expérience. Je remercie tout spécialement M. le Dr Mally qui a eu, par surcroît, la peine d'organiser l'intéressante exposition d'appareils adjointe à ce Congrès, ainsi que tous ceux de nos constructeurs qui ont bien voulu y participer.

M. MALLY

Professeur de physique médicale à l'École de Médecine (Clermont-Ferrand).

LES AMYOTROPHIES RÉFLEXES D'ORIGINE ARTICULAIRE (1)

— 3 août —

Discussion. — M. Guilloz (Nancy). — J'ai déjà, en 1902, présenté à la Société de Médecine de Nancy, un appareil pour la thermocautérisation par l'étincelle d'Oudin et par des étincelles courtes et chaudes. Après moi, en 1904, Strobel appliqua la méthode au traitement du lupus. Je ne veux rien dire que de très louangeux au sujet des résultats pratiques obtenus par le procédé de M. de Keating Heart, mais je crois encore, tout en étant prêt à changer d'avis, qu'il suffit d'admettre pour l'interprétation de tous les faits, les actions connues de l'étincelle. Je considère l'étincelle d'Oudin comme un moyen commode d'appliquer les pointes de feu, action à laquelle il convient d'ajouter probablement quel-

(1) Rapport, voir brochure spéciale, page 48.

ques effets descriptifs de l'étincelle, analogues au craquellement que donnent sur de mauvais conducteurs certaines décharges.

M. Zimmer (Paris). — Je voudrais tout d'abord présenter quelques observations au sujet de quelques points de détail de l'intéressant rapport de M. Mally. Je demanderai tout d'abord au rapporteur s'il a toujours observé l'augmentation des réflexes dans les atrophies musculaires reflexes. Pour ma part, j'ai le plus souvent constaté de la diminution. Quant aux réactions électriques, elles se modifient toujours dans le sens de la diminution, sauf peut-être à la période initiale, où il n'est pas rare de trouver de l'augmentation des deux excitabilités.

En ce qui concerne l'opinion de M. Mally, qu'il existe une lésion des cornes antérieures de la moelle, je ne puis me rallier à elle. L'absence absolue de réaction de dégénérescence, voire même de toute trace de DR, me porte à éléminer la possibilité d'une lésion en ce point. En cela, je suis d'accord avec de nombreux auteurs qui n'ont trouvé aucune lésion soit dans leurs recherches expérimentales, soit dans les cas où, fortuitement, ont été à même d'autopsier des sujets porteurs d'une atrophie reflexe. Loin de moi la pensée de nier, par là, une lésion du système nerveux. Mais nous ignorons son siège et il est possible qu'elle doive être localisée dans le faisceau pyramidal, ou le sympathique.

En ce qui concerne le traitement, j'aurais voulu voir, à côté du mot faradisation écrit dans le rapport, l'épithète de « rythmée ». Il faut, en effet, que le praticien qui peut faire, avec un appareil modeste, ce genre de traitement, sache, une bonne fois, qu'il ne s'agit pas seulement de faradiser, c'est-à-dire, en langage médical banal et imprécis, passer le pinceau de Duchesne ou promener un tampon sur la région, mais bien faire une manœuvre spéciale, mettre en jeu, rythmiquement, la contractilité du muscle atrophié.

L'épithète de rythmé ou d'ondulé, si les partisans d'ondulé le désirent, me paraît un inséparable du mot faradisation, pour que tout praticien sache bien qu'il y a quelque chose de plus à faire que de faradiser.

A l'occasion des atrophies réflexes et notamment de leur pathogénie qui vient d'être étudiée par notre collègue Mally, dans son mémoire, je demanderai la permission de vous communiquer quelques idées qui me sont venues, relativement à la localisation habituelle de cette variété d'atrophie sur les extenseurs et que j'ai exposée récemment dans un article de la presse médicale.

La théorie de l'inactivité du membre malade est insuffisante pour expliquer la localisation sur les extenseurs, puisque tous les muscles étant, au même degré, inactifs, il n'y a pas de raison que la localisation ne se passe pas simultanément sur les fléchisseurs. La théorie réflexe suppose l'existence d'un processus réflexe à point de départ articulaire, mais en l'absence de lésion médullaire, la théorie réflexe se réduit à une hypothèse. Nous savons, d'autre part, que la position de prédilection du membre supérieur, pour prendre celui-là comme exemple, est dans le cas d'arthrite du genou, la demi-flexion. Or, c'est dans la demi-flexion que la capacité de la synoviale est maxima; c'est donc la position la plus favorable pour diminuer la compression due à l'épanchement et la douleur qui en est la conséquence. Un obstacle au libre développement de l'épanchement resterait cependant : ce seraient le muscle triceps qui, par la conservation de sa tonicité, briderait la synoviale et qui, par son relâchement automatique, son inertie spontanée, favorise la possibilité de la demi-flexion et l'écartement des surfaces articulaires.

Cette attitude du muscle extenseur, cet état de relâchement est une réaction

de défense, qu'on peut comparer dans un ordre d'idée inverses, à la réaction de défense des muscles de la paroi abdominale dans l'appendicite, où elle se fait par contraction.

C'est cette inertie du muscle, inertie de tonicité qui est le point de départ de la paralysie reflexe, la porte ouverte à l'atrophie. Telle est la pathogénie de la localisation sur les extenseurs que nous proposons, sans que nous puissions cependant, pour le moment, voir plus loin, c'est-à-dire le siège et le mécanisme de la lésion centrale.

M. Fabien ARCELIN

Chef du service de radiologie à l'hôpital Saint-Joseph (Lyon).

QUELQUES PERFECTIONNEMENTS DANS LA TECHNIQUE RADIOGRAPHIQUE. PRÉSENTATION DE DEUX APPAREILS.

— 4 août —

I

Les principes suivants ont présidé à la construction des deux appareils que j'ai l'honneur de vous présenter :

1° Distance fixe de l'anticathode à la plaque. — Chaque opérateur prendra la distance qu'il voudra et la conservera ou non. Les appareils sont disposés de façon à satisfaire les goûts de chacun. Personnellement, nous croyons qu'il y a avantage à conserver toujours la même distance. Cette pratique a un double bénéfice. D'abord, au point de vue de temps de pose, pour le déterminer exactement, avec une intensité donnée et une qualité donnée des rayons X, on n'aura à tenir compte que de l'épaisseur du sujet. En second lieu, elle permettra, dans une certaine mesure, de faire des comparaisons entre les diverses épreuves.

Nous savons que ce perfectionnement dans la technique n'a pas le don de plaire à tout le monde. Mais nous avouons ne pas comprendre l'avantage que présente le changement de distance pour chaque radiographie. A notre avis, cette pratique n'est, en réalité, qu'un manque de méthode.

2° Le compresseur est indépendant du porte-ampoule muni de son diaphragme tube. — Au début de la radiographie, le compresseur d'Albers-Schönberg a marqué un progrès réel dans la technique. Mais il semble qu'aujourd'hui l'heure soit venue de faire un pas en avant et d'apporter de nouveaux perfectionnements. Il n'y a donc aucun intérêt à introduire, en France, des copies plus ou moins compliquées et coûteuses de l'appareillage allemand. Depuis deux ans, nous préconisons l'emploi d'un compresseur indépendant du porte-ampoule. De cette façon, il est possible de comprimer comme l'on veut, de donner aux rayons X l'incidence voulue et de placer l'ampoule à n'importe quelle distance. Avec les

horizons nouveaux que nous ouvre, en ce moment, la radiographie intensive, il est certain que, bientôt, les épreuves radiographiques se feront toutes à grandes distances pour diminuer les déformations. Mon support-compresseur permet d'éloigner l'ampoule à volonté. Le compresseur d'Albers-Schönberg et ses copies ne le permettent pas.

3° La compression se fait au moyen d'un ballon de caoutchouc. — Dans l'appareillage allemand et ses imitations, la compression se fait par l'extrémité du tube localisateur. Celle-ci est rigide, en ébonite. La compression est douloureuse, inégale. Se faisant au moyen de vis de rappel, elle est brutale. Nous croyons, avec M. Béclère, qu'il y a un avantage énorme à comprimer le sujet par le gonflement d'un ballon de caoutchouc. Ce procédé est essentiellement physiologique. Pour agir sur des muscles qui sont des organes élastiques et contractiles, il nous a semblé qu'il fallait opposer un instrument jouissant des mêmes propriétés. Or, le ballon de caoutchouc, en relation avec une soufflerie, réalise à merveille cette condition. Tout muscle surpris commence à se mettre en état de défense ; il se contracte. Mais, peu à peu, si la force agissante se fait souple et progressive, le muscle cède et se laisse aller à un état de relâchement complet.

Un savant, M. Th. Nogier, Agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon, après avoir condamné les ballons de caoutchouc, qui glissent ou qui éclatent au moment où l'on opère et qui obligent à recommencer (1), et les avoir remplacés par une couche de *ouate hydrophile*, vient subitement de rendre un hommage de premier ordre à ces pauvres ballons tant décriés. Il vient d'inventer, en leur honneur, un appareil nouveau : le pneumo-compresseur localisateur à jante amovible (2). Nous sommes heureux de constater que, lentement et progressivement, de distingués techniciens se rallient à notre façon de voir.

4° La plaque sensible est solidaire avec le support d'ampoule ; son centre répond au rayon normal d'incidence. — L'avantage de ce dispositif est de permettre à l'opérateur de gagner du temps et de bien mettre sa radiographie en place dans la plaque.

II. — Gouttière radiographique pour la radiographie de précision des membres.

Pour obtenir d'excellentes épreuves radiographiques des membres, il nous a semblé inutile et mal commode d'employer de grands appareils. Nous basant sur des données toutes personnelles, nous avons eu l'idée de nous inspirer des appareils employés en chirurgie pour maintenir les fracture et nous avons créé notre gouttière radiographique.

Elle se compose essentiellement d'une gouttière proprement dite A, destinée

(1) *Archives d'électricité médicale*, n° 234, 25 mars 1908, p. 230.
(2) *Archives d'électricité médicale*, n° 240, 25 juin 1908, p. 456.

à recevoir le membre. Une de ses faces est disposée pour porter la plaque sensible, l'autre face est formée par un cadre sur lequel est tendue une toile fine. Celle-ci fera résistance au ballon compresseur.

Sur cette gouttière vient se fixer un support d'ampoule B muni de son diaphragme-tube. Ce support d'ampoule est construit de telle façon qu'il permet à l'ampoule d'occuper successivement deux positions donnant des épreuves stéréoscopiques.

L'ensemble de l'appareil peut être placé vertical ou horizontal, ce qui permet de faire des épreuves de face et de profil, tout en laissant le malade dans le décubitus horizontal.

Pour radiographier un membre, il suffit de le placer dans la gouttière, sur la plaque sensible, la lésion, autant que possible, vers le centre de celle-ci. La compression se fera au moyen d'un ballon de caoutchouc de 18 centimètres de diamètre.

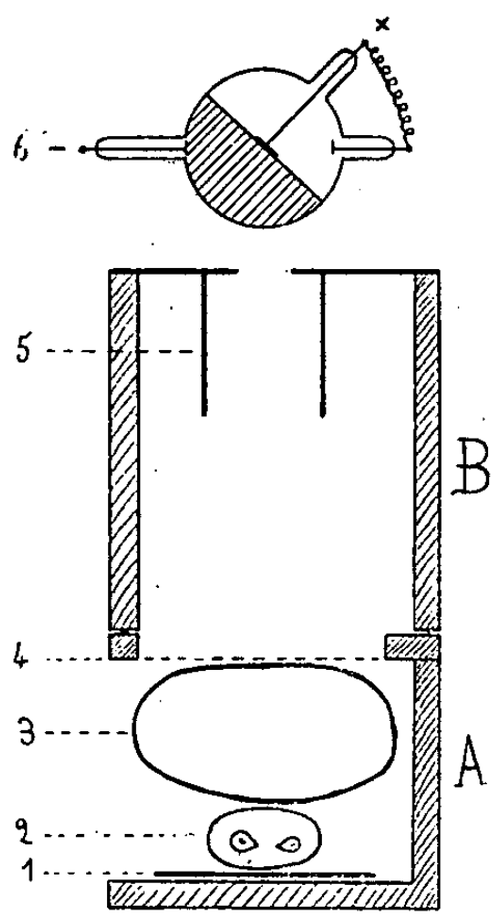


Fig. 1. — Le sujet étant dans le décubitus dorsal, position de la gouttière pour radiographies antéro-postérieures. — 1, plaques sensible. — 2, membre. — 3, ballon compresseur. — 4, toile fine faisant résistance au ballon. — 5, diaphragme-tube. — 6, ampoule. — A, gouttière. — B, support d'ampoule.

Dans la position horizontale de l'appareil pour la radiographie de profil, le membre sera soutenu au niveau du milieu de la plaque par un support.

Les deux coupes schématiques ci-jointes indiquent parfaitement l'emploi de l'appareil : il permet d'aller vite et de bien faire grâce aux avantages suivants :

1° Distance fixe de l'anticathode à la plaque : 60 centimètres ;

2° Incidence normale répondant au centre de la plaque ;

3° Résultats comparables au point de vue de la distance de l'anticathode et de l'incidence des rayons ;

4° Facilité très grande de radiographier les membres de face et de profil, le sujet restant dans le décubitus dorsal ;

5° Extrême rapidité dans la disposition de l'outillage par rapport au malade.

III. — Support-compresseur universel.

Après de nombreuses tentatives, nous nous sommes arrêté au modèle suivant :

Un support vertical A, monté sur une base lourde, porte un coulisseau de forte dimension. Celui-ci reçoit un bras horizontal B. A son tour, celui-ci porte, à l'aide d'un coulisseau, une tige C. Celle-ci porte trois bras D, E, F.

Le bras supérieur D porte l'ampoule et son diaphragme-tube. Le bras moyen E porte le tambour compresseur constitué par un cercle en bois ayant une ouverture de 18 centimètres de diamètre, sur laquelle est tendue une toile fine. Le

bras inférieur F porte un cadre susceptible de recevoir un écran au platino-cyanure ou une plaque sensible 30 × 40.

L'ensemble de ces trois bras est disposé de façon que le rayon normal d'incidence tombe au centre de la plaque sensible ou de l'écran. Cet ensemble peut monter ou descendre sur la colonne A grâce à une chaîne commandée par une manivelle G. Un contre-poids, placé dans la colonne A rend les mouvements très faciles. D'autre part, cet ensemble peut tourner autour du bras horizontal B et occuper n'importe quelle position.

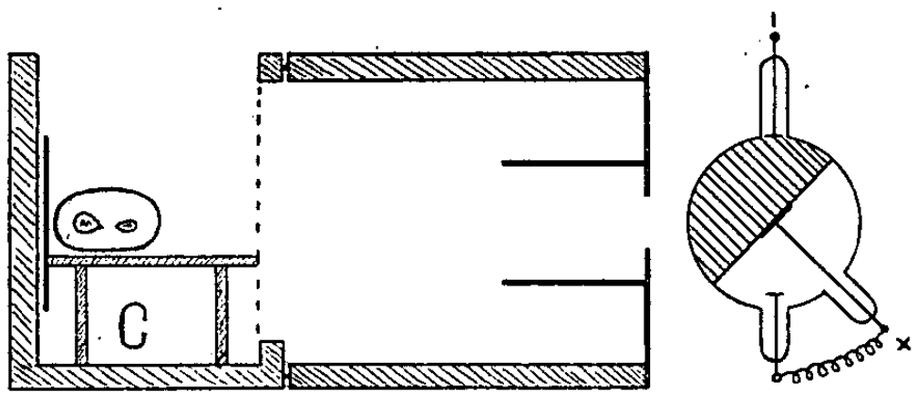


Fig. 2. — Le sujet étant dans le décubitus dorsal, position de la gouttière pour radiographies transversales, même légende. — C, support pour maintenir le milieu du membre au niveau du centre de la plaque.

On peut radiographier de haut en bas, comme le montre la figure 3, ou bien de bas en haut, en faisant faire un demi-tour à la tige C ; le sujet étant dans le décubitus horizontal.

On peut également radiographier le sujet debout, comme le montre la figure 6 ; nous reviendrons plus tard sur ce point.

La figure 4 montre comment il est possible de conserver la même distance de l'anticathode à la plaque, quelle que soit l'épaisseur du sujet.

Le bras E, coulissant sur la tige verticale C, permettra de comprimer le sujet sans déplacer l'ampoule ; pour la radiographie rénale, cette méthode a une importance capitale et permet d'évaluer approximativement le poids et le volume des calculs. Toutes les données sont fixes, seule l'épaisseur du sujet est variable.

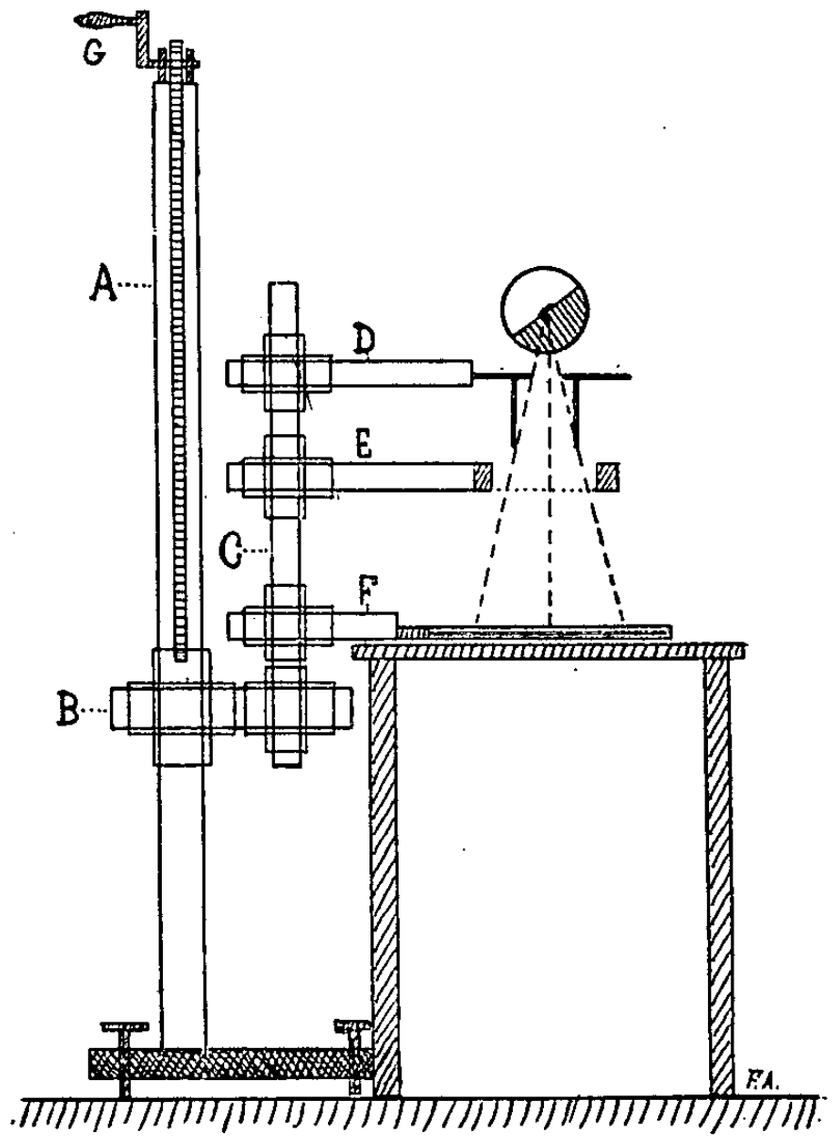


Fig. 3. — Vue schématique du support-compresseur.

Dans la figure 5, le lecteur se rendra compte facilement de la possibilité de faire une radiographie avec une incidence oblique et une compression normale.

La tige C est oblique, ainsi que le bras D portant l'ampoule, mais le tambour-compresseur E et le cadre porte-plaque F sont horizontaux.

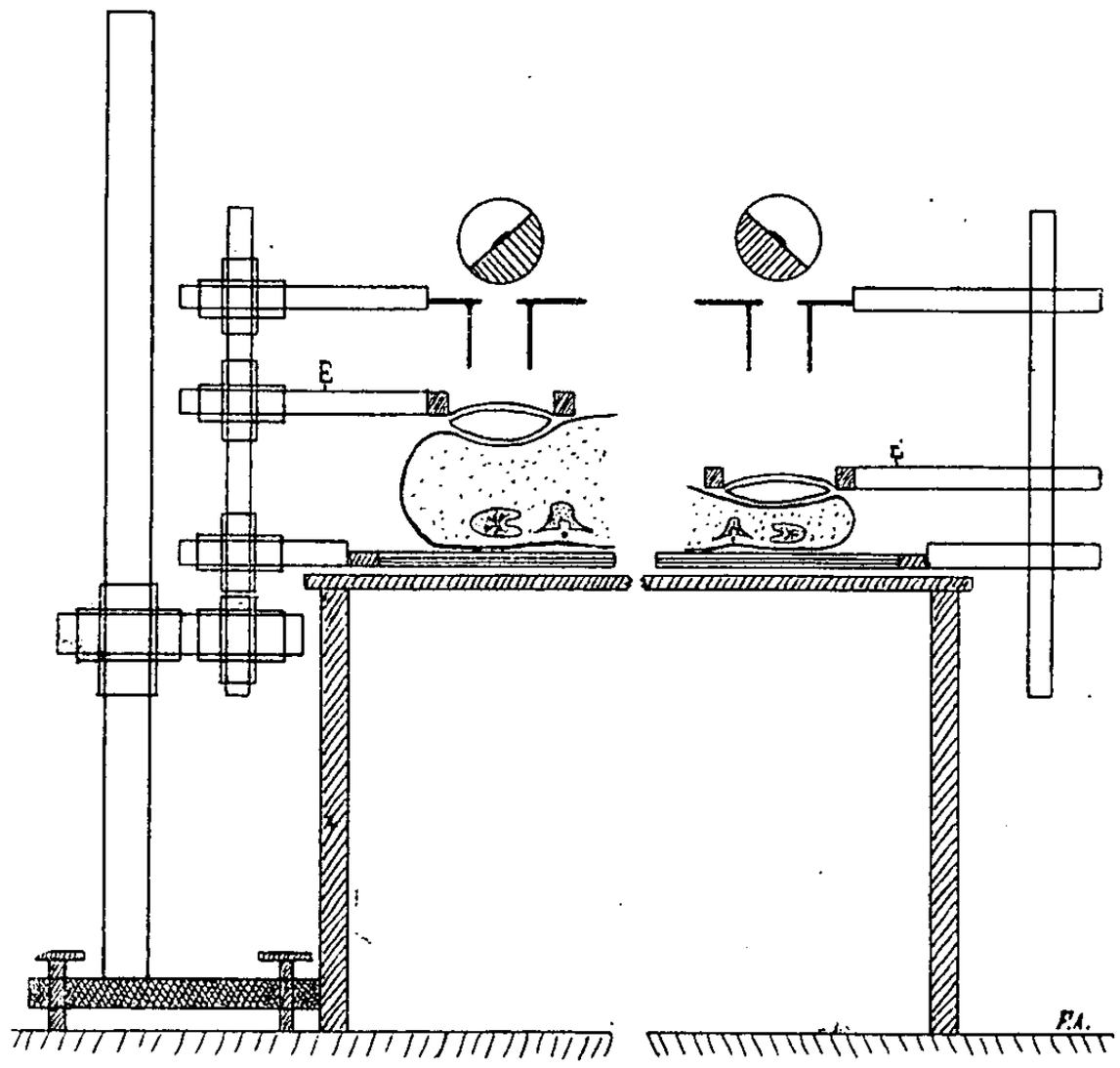


FIG. 4. — Vue schématique montrant le support-compresseur utilisé successivement pour la radiographie d'un sujet épais et pour celle d'un sujet mince.

Enfin, la figure 6 indique, en coupe horizontale, la position que l'on donnera aux différentes pièces de l'appareil pour la radioscopie et la radiographie du thorax, de l'œsophage en particulier, sur le sujet debout.

Le cadre ou porte-écran est tenu sur le bras E par une fourche. Celle-ci permet au porte-écran de pivoter autour de son centre O. Un secteur G permet de le fixer dans une position quelconque.

Ce dispositif permet d'examiner rapidement un thorax. Pour l'examen de l'œsophage, il donne toutes les positions obliques. Lorsque la position de choix est trouvée, en bloquant le secteur G, il est possible de substituer une plaque à l'écran et de faire une radiographie dans d'excellentes conditions. Le sujet restant parallèle à la plaque, on obtiendra une grande netteté. Ce dispositif remplace avantageusement le fauteuil préconisé en Allemagne par MM. Kienbock et Holzknecht, en France, par M. Beclère. Il lui est même supérieur par ce fait que le rayon normal d'incidence répond toujours au centre de la plaque.

En résumé, mon support-compresseur présente les avantages suivants :

1° Radioscopie et radiographie du sujet debout, couché ou dans une position intermédiaire ;

2° Possibilité de faire précéder l'examen radiographique d'un examen radioscopique ;

3° Le rayon normal d'incidence répond toujours au centre de la plaque, quelles que soient la position de l'appareil et l'incidence choisie ;

4° Possibilité d'éloigner considérablement l'ampoule de la plaque ;

5° Possibilité de conserver toujours la même distance de l'ampoule à la plaque pour un même genre de recherche, quel que soit l'épaisseur du sujet et tout en faisant de la compression.

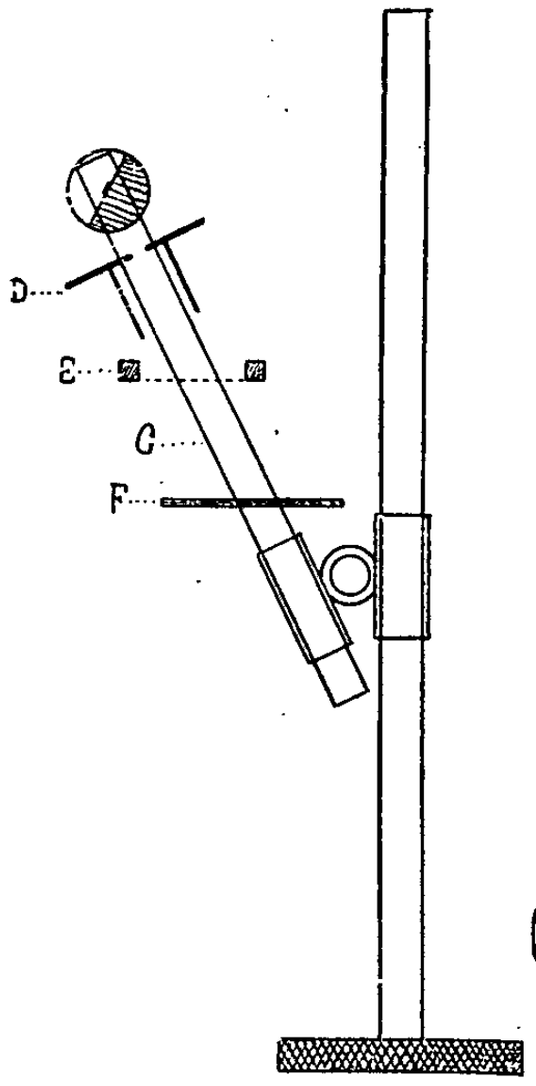


FIG. 5. — Vue schématique de support-compresseur permettant de faire une épreuve avec incidence oblique.

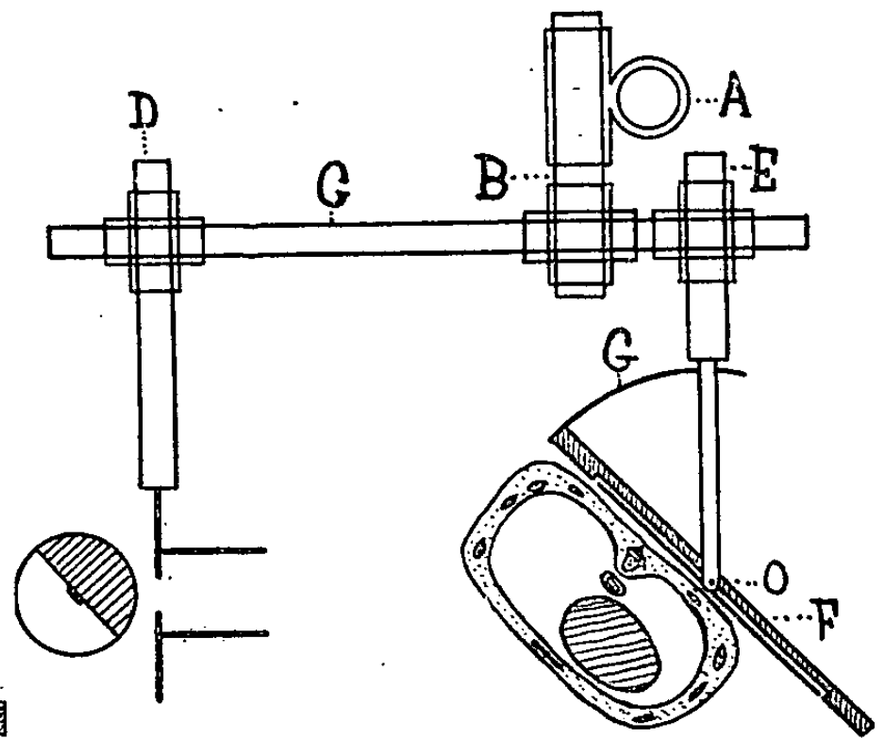


FIG. 6. — Coupe horizontale du support-compresseur disposé pour la radioscopie et la radiographie d'un sujet debout.

M. Fabien ARCELIN

RADIOGRAPHIE DES VOIES URINAIRES

— 4 août —

Le 10 avril 1906, j'avais la bonne fortune de radiographier, dans mon laboratoire de l'hôpital Saint-Joseph, sur la demande de M. Rafin, un malade porteur d'un calcul du rein. Quelques jours plus tard, l'intervention venait confirmer mon diagnostic radiographique.

Depuis lors, une partie de mon activité s'est portée sur l'étude de cette

intéressante question. J'ai présenté successivement mes différents procédés et appareils au fur et à mesure de leur mise au point, principalement à Paris, à l'Association française d'Urologie, en 1906 et en 1907, à Lyon à la Société de Chirurgie et à la Société nationale de Médecine.

Aujourd'hui, l'heure est venue de synthétiser mes résultats et de vous les présenter. Ils pourront servir à ceux qui auront l'occasion de radiographier des urinaires. Ils leur éviteront plus d'un tâtonnement et plus d'un insuccès ; mais je n'ai pas la prétention de donner une *méthode infaillible*. Pour réussir, il faut du temps, de l'argent et des malades. Pour arriver à un diagnostic précis et détaillé, il faut fréquenter journellement un service d'urinaires. C'est en suivant toutes les phases des interventions que le radiographe apprendra à interpréter la valeur des ombres que la radiographie a révélées.

LES PRODUCTEURS DE COURANT

Machines statiques. — Au début de mes recherches, j'ai employé une machine statique à douze plateaux ; bientôt, ce sera un appareil démodé. Mais, en attendant mieux, les radiographes qui possèdent cet instrument peuvent obtenir *d'excellentes radiographies rénales*. Il faut compter environ une minute de pose par centimètre de tissus à traverser. Si l'on s'appuie sur une statistique d'environ cent malades, l'épaisseur moyenne est de 15 à 20 centimètres ; le temps de pose moyen est de dix-sept minutes. Nulle part, je n'ai écrit qu'il fallait compter sur une pose de vingt-cinq à trente minutes, comme on l'a dit (1). Le même auteur, d'autre part, émet des craintes pour le malade qui reste soumis aussi longtemps à l'action des rayons X (2). Pratiquement, je n'ai eu aucun accident. Théoriquement, ce qui compte c'est la quantité de rayons que reçoit le sujet. Or, pour impressionner la plaque radiographique, il en faut une certaine quantité, mais peu importe que ce soit en dix-sept minutes, en trois minutes ou en un centième de seconde. Ce que je reconnais volontiers, c'est que cette longue immobilité est parfaitement désagréable pour le sujet.

Bobines de Ruhmkorff. — J'utilise depuis un an une bobine de Drault, à interrupteur moto-magnétique, de 30 centimètres d'étincelle. J'ai supprimé la soupape de Villard ; je l'ai remplacée par un éclateur constitué par un disque de 12 centimètres de diamètre et une pointe placée à 4 centimètres du centre du disque. J'emploie des ampoules de Gundelack à anticathode renforcée et à osmo-régulateur. Dans ces conditions, l'onde inverse est suffisamment arrêtée et les variations de résistance que la soupape peut donner dans le circuit de l'ampoule sont supprimées.

Avec cet appareillage, il est possible de réduire le temps de pose consi-

(1) NOGIER : *Archives d'électricité médicale*, n° 232, 25 février 1908, p. 153.
(2) NOGIER : *Archives d'électricité médicale*, n° 234, 25 mars 1908, p. 232.

dérablement et de le déterminer d'une façon plus exacte qu'avec la machine statique. L'expérience journalière m'a appris que celui-ci n'était pas directement proportionnel à l'épaisseur du sujet. *Au fur et à mesure que l'épaisseur du sujet augmente, l'épaisseur de tissu traversée en une minute diminue.*

Voici des données précises :

Bobine de 30 centimètres avec interrupteur moto-magnétique de Drault.
Éclateur : pointe et plateau avec 4 centimètres d'intervalle.
Rayons : 4 à 5 du chromoradiomètre.
Primaire : ampères : 2,5.
Secondaire : milliampères : 2 à 2,5.
Distance de la plaque à l'anticathode : 50 centimètres.
Temps de pose :

Épaisseur du sujet.					
12-15 centimètres,	1′	pour	70	millimètres.
15-18	—	1′	—	60	—
18-21	—	1′	—	50	—

Pour être complet sur ce chapitre, j'ajouterai que les différences individuelles réservent plus d'une surprise au radiographe. A épaisseur égale, l'opacité aux rayons X est loin d'être égale !

En raison de ces observations très précises qui reposent sur quelques centaines de radiographies rénales, M. Nogier nous permettra de lui faire remarquer que les chiffres qu'il donne comme temps de pose dans sa savante étude « Ce qu'il faut avoir et ce qu'il faut savoir pour faire une bonne radiographie des voies urinaires (1) » ; sont exacts pour un malade de telle épaisseur, mais ne le sont pas pour tous les malades. Le temps de pose qu'il indique pour réussir *à coup sûr* est trop faible pour un sujet de 30 centimètres d'épaisseur, trop considérable pour un sujet de 14 centimètres d'épaisseur.

Nous ferons une autre remarque pratique, très importante pour la détermination exacte du temps de pose. L'intensité des rayons X variant en raison inverse du carré des distances, il est indispensable de maintenir l'anticathode toujours à la même distance de la plaque. Sans cette précaution, en dehors des questions d'épaisseur, il faut faire de véritables calculs pour savoir exactement les temps de pose. Or, dans le travail cité plus haut, l'auteur néglige de donner ce renseignement. C'est pourquoi nous appelons l'attention du lecteur sur ce détail technique. Sa connaissance lui rendra de réels services.

EXAMEN DU MALADE

Le malade, au moment de l'examen, sera purgé et à jeun. Il sera placé sur la table radiographique dans le décubitus dorsal, les jambes pliées à angle droit sur le bassin pour effacer l'ensellure lombaire.

(1) *Archives d'électricité médicale*, n° 234, 25 mars 1908, p. 218.

A Paris, M. Contremoulins radiographie en une seule fois l'ensemble des voies urinaires sur une immense plaque. Il demande un minimum de trois épreuves espacées chacune de plusieurs jours. Il arrive ainsi à une analyse raisonnée qu'il remet au chirurgien (1).

A Lyon, M. Nogier est partisan des radiographies successives ; pour chaque côté, il demande trois épreuves. Il marque sur la peau du sujet les régions radiographiées.

Les grandes épreuves de M. Contremoulins manquent de netteté et nous préférons plusieurs épreuves de petites dimensions ; nous n'allons pas cependant jusqu'à demander six épreuves par malade, c'est du temps et de l'argent perdus inutilement.

Après de nombreux essais, nous pensons que trois plaques 24×30 suffisent largement. Voici notre façon d'opérer.

Dans les deux premières plaques, l'une pour le rein droit, l'autre pour le rein gauche, la crête iliaque est placée au niveau du bord inférieur des deux plaques. Pour la troisième épreuve qui comprend l'extrémité inférieure des uretères et la vessie, la crête iliaque doit répondre au bord supérieur de la plaque.

Nous immobilisons le rein à l'aide d'un ballon de caoutchouc, en même temps que nous déprimons la paroi. Le rayon normal d'incidence répond au centre de la plaque ; l'anticathode reste à 50 centimètres de la plaque, quelle que soit l'épaisseur du sujet. *Notre support compresseur a été construit dans le but de permettre de conserver toujours les mêmes distances et les mêmes incidences.*

Nous passons sous silence quantité de détails que nous avons donnés dans nos publications antérieures.

RÉSULTATS

Les résultats positifs que nous avons obtenus en nous servant des principes énoncés plus haut portent sur les radiographies suivantes :

1° Calculs du rein : 53 cas.

Lithiase bilatérale, 6 cas, soit	12
Lithiase du rein droit	25
Lithiase du rein gauche	16

Vingt-neuf de ces radiographies ont été vérifiées par diverses interventions. Les autres se rapportent à des malades en observation.

Néphrotomie	18
Néphrectomie	6
Pyélotomie	5

On est intervenu sur :

Le rein droit	21 fois.
Le rein gauche	8 —

2° Calculs de la vessie : 7 cas, vérifiés par diverses interventions ;

3° Mouchetures du bassin : 3 cas ;

(1) *Annales d'électrobiologie et de radiologie,* mai 1906, p. 348.

4° *Hydronéphrose :* 1 cas, vérifié par intervention ;
5° *Vérification des résultats opératoires :* 2 cas.

D'après cette statistique, nous avons pu nous rendre compte qu'il était possible, dans bien des cas, de délimiter les contours du rein, au moins au niveau de son pôle inférieur. Nous avons souvent annoncé, à quelques centigrammes près, le poids des calculs. Cette évaluation est une question d'habitude. Elle n'a rien de mathématique. Mais, en fait, elle rend de grands services au chirurgien. Elle lui permet, dans une certaine mesure, de se décider en faveur de telle ou telle intervention.

Pour les petits calculs, contrairement à ma première opinion, je crois qu'il y a intérêt à les opérer sans attendre qu'ils aient atteint un volume considérable. On aura soin de préciser leur situation par une sonde introduite dans l'uretère. On s'assurera de leur présence immédiatement avant l'intervention.

M. Nogier pense que la présence du radiographe n'est pas nécessaire pendant l'intervention (1). Or, l'expérience m'a appris que dans certains cas cette présence était indispensable. Pendant l'intervention, souvent le calcul se brise. Le chirurgien ne sait plus où il en est, s'il a tout enlevé. Le meilleur moyen de savoir si l'intervention est terminée est la reconstitution immédiate du calcul. Or, qui est plus compétent pour cette œuvre d'art que le radiographe qui connait la forme et le volume du calcul ?

Pour les calculs de la vessie, dans certains cas spéciaux, la radiographie rendra d'immenses services.

Elle permettra de faire le diagnostic chez les rétrécis infranchissables.

Elle indiquera la taille lorsque le calcul, en raison de ses grandes dimensions, ne pourra être saisi par le lithotriteur.

Enfin, la radiographie permet de constater les résultats éloignés d'une intervention.

Rapports du chirurgien et du radiographe. — Le radiographe sera le collaborateur du chirurgien, il examinera les malades avec lui et assistera à l'intervention.

VALEUR DU DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIQUE

Sauf pour l'acide urique, dont je n'ai vu encore aucun exemple, je crois qu'il est possible de diagnostiquer la présence d'un calcul des voies urinaires, qu'il soit composé de carbonate, d'urate, d'oxalate ou de phosphate. Mais, pour être sûr de son diagnostic, il faut deux conditions : d'une part, employer des rayons mous, et, d'autre part, bien immobiliser le rein. Quant à l'appréciation du poids d'un calcul, c'est une question d'habitude et d'impression. Mais il est possible d'arriver rapidement à une grande précision dans cette évaluation.

(1) *Archives d'électricité médicale,* n° 234, 25 mars 1908, p. 234.

M. Th. NOGIER

Agrégé à la Faculté de Médecine (Lyon).

SOUPAPE CATHODIQUE A FLAMME SERVANT DE RHÉOSTAT

— 4 août. —

Dans deux communications du début de cette année 1908, M. Cathiard a fait connaître à l'Académie le moyen qu'il emploie pour sélectionner les ondes de même sens d'un courant alternatif à haute tension.

Si deux électrodes, l'une de surface très petite par rapport à l'autre, sont placées dans une flamme, le courant passe dans la flamme de la grande électrode à la petite. Si les deux électrodes sont disposées dans l'axe l'une de l'autre et perpendiculairement à la flamme, l'électrode immergée dans la flamme est toujours cathode.

M. Cathiard emploie comme électrodes des cylindres de charbon très homogènes et à grain serré et fait remarquer que la caractéristique du phénomène est une désagrégation de la cathode. Cette désagrégation semble être une condition nécessaire de l'établissement du courant.

Nous avons eu l'idée d'utiliser le principe signalé par M. Cathiard pour arrêter l'onde inverse dans le circuit secondaire d'une bobine de Ruhmkorff. Mais nous l'avons appliqué de la façon suivante :

L'*anode* est constituée par un petit brûleur Bunsen dont la flamme, non brillante, a de 50 à 70 millimètres de hauteur et 7 à 10 millimètres de diamètre dans sa partie la plus renflée. Le chalumeau de l'osmo-régulateur de Villard peut parfaitement servir. La *cathode* est un charbon à mèche de 5 millimètres de diamètre placé au-dessus du brûleur et dans le prolongement de son axe. Cette cathode est supportée par une pince que l'on peut soulever ou abaisser de façon à faire varier la distance du brûleur au charbon.

Si l'on intercale un pareil dispositif dans un circuit comprenant une ampoule de Crookes très molle et un milliampèremètre, on constate que l'ampoule « oscille » toutes les fois qu'il y a contact entre le charbon et le brûleur. Vient-on à écarter la cathode de charbon du brûleur, la décharge se produit dans la flamme, l'ampoule cesse d'osciller et l'aiguille du milliampèremètre dévie fortement vers la droite. L'onde inverse (courant induit de fermeture) est généralement supprimée dès qu'il y a un écart de 10 millimètres entre le charbon et le brûleur. Si l'ampoule est très molle il est nécessaire d'augmenter cet intervalle.

Ce dispositif permet de remplacer la soupape à vide de Villard et ne nécessite aucune autre précaution que de changer de temps en temps la cathode en charbon. Elle est, en effet, désagrégée lentement pendant le

passage du courant. Nos recherches nous ont conduit à préférer les *charbons à mèche* aux charbons homogènes préconisés par M. Cathiard. La désagrégation se produit alors aux dépens de la mèche et la décharge devient remarquablement régulière. On remarque un point très brillant à l'extrémité de la cathode de charbon.

Nous avons étudié, à l'aide de l'oscillographe de Rühmer et du miroir tournant, la forme du courant. Nous avons constaté que l'onde inverse pouvait être arrêtée à volonté en faisant varier la distance du charbon au brûleur. Cette distance est plus grande lorsque le courant est plus intense dans le circuit secondaire.

En faisant varier la distance entre la cathode et le brûleur, on augmente la résistance du circuit et on réduit par conséquent l'intensité du courant qui traverse l'ampoule. Notre dispositif peut donc servir de *rhéostat* pour le courant à haute tension et dans d'assez larges limites. Nous avons pu de cette manière réduire de $2^{ma},2$ à $1^{ma},2$ l'intensité du courant qui traversait l'ampoule, soit de moitié.

Lorsqu'on intercale un détonateur à boules dans le circuit secondaire d'une bobine, on modifie également la résistance de ce circuit et on peut dans une certaine mesure, mais très minime, réduire le courant qui traverse l'ampoule. Mais plus on augmente la longueur de l'étincelle au détonateur, plus on augmente le degré de pénétration des rayons et l'on sait que ce dispositif a été utilisé pour modifier à volonté la nature des rayons sortant de l'ampoule lorsqu'on se sert d'une machine statique.

Or, la soupape à flamme ne se comporte pas de la même manière; on peut augmenter la longueur de la décharge à travers la flamme, réduire de moitié l'intensité du courant traversant l'ampoule sans modifier pour cela le degré radiochromométrique des rayons.

Voici, par exemple, une série de déterminations faites dans les conditions suivantes :

Interrupteur : autonome Gaiffe.

Bobine de 25 centimètres d'étincelle, de Ducretet.

Au premier : 100 volts et 4 ampères.

Ampoule Müller à anticathode renforcée. Plaques photographiques Lumière.

Milliampères au secondaire.	Temps de pose.	Degré Benoist.
$1^{ma},7$	30″	2,5
$1^{ma},2$	30″	2,5
2^{ma}	30″	2,5
$1^{ma},5$	30″	2,5
$1^{ma},5$	15″	2,5
$1^{ma},6$	15″	2,5
$2^{ma},2$	20″	2,5
2^{ma}	20″	2,5
$1^{ma},7$	20″	2,3
$2^{ma},2$	10″	2,5
$2^{ma},2$	20″	2,5
$2^{ma},2$	30″	2,5

A ce double titre, *soupape* cathodique et *rhéostat* du courant secondaire d'une bobine de Ruhmkorff, nous pensons que notre dispositif pourra rendre des services. Il est, en tous cas, extrêmement simple et peu dispendieux.

M. Th. NOGIER

PINCE RADIOGRAPHIQUE LOCALISATRICE

— 4 août —

Le repérage rapide des corps étrangers dans les parties du corps où on les trouve le plus souvent : main, avant-bras, bras, pied, jambe, a depuis longtemps préoccupé à juste titre les radiologues. Nous apportons aujourd'hui une modeste contribution à la question.

L'appareil, proposé pour cette recherche, repose sur le repérage instantané sur la peau du point d'entrée et de sortie du rayon d'incidence normale passant par le corps étranger. Le rayon d'incidence normale peut être défini par l'intersection de deux plans perpendiculaires entre eux. C'est la trace de ces plans que notre appareil imprime sur les tissus.

L'instrument se compose essentiellement d'une pince en acier à deux branches longues et étroites que l'on peut écarter l'une de l'autre par simple pression sur la poignée. Chaque branche porte un repère mobile que l'on peut immobiliser à l'aide d'une vis de pression. Ce repère est constitué par un disque en cuivre nickelé que l'on a évidé de manière à ne conserver que le pourtour et un diamètre perpendiculaire aux branches de la pince. Chaque branche de la pince et le repère transversal qu'elle porte constituent précisément la trace des deux plans perpendiculaires dont nous parlions plus haut.

Plaçons l'appareil devant une ampoule radiogène et derrière un écran ; il arrivera un moment où l'ombre de la première branche de la pince et du premier repère se confondra exactement avec l'ombre de la deuxième branche et du second repère. A ce moment, il n'y a plus qu'à interposer entre les deux branches de la pince le membre contenant le corps étranger et à amener la coïncidence de son ombre avec le centre du repère.

On fait alors la lumière dans la salle radioscopique et on note avec le crayon dermographique la trace des repères de chaque côté du membre. La pince est en effet construite de telle sorte qu'il suffit de ne plus appuyer sur elle pour qu'elle se fixe d'elle-même sur les tissus en les comprimant. On peut même supprimer ce deuxième temps du repérage sur la peau, en induisant d'encre à l'aniline la face interne des repères. Lorsque la pression de la pince les applique sur la peau, elle imprime du même coup l'image des deux repères.

Lorsqu'il s'agit d'un corps étranger allongé (épingle, aiguille), on repère chacune de ses extrémités et on joint par un trait les points ainsi déterminés. La localisation d'un corps étranger nécessite souvent le repérage dans un sens perpendiculaire au précédent. L'opération est aussi rapide. On évite ainsi les longues expositions du blessé et du médecin aux rayons émanant de l'ampoule.

M. A. ZIMMERN
Agrégé
ET
M. S. TURCHINI
Préparateur, à la Faculté de Médecine (Paris).

LES ACTIONS THERMIQUES DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE

— 4 août —

C'est fortuitement que nous avons été amenés à l'étude des actions thermiques des courants de haute fréquence.

Nous avions, en effet, pris comme thème d'expériences de rechercher si les résultats négatifs obtenus en août 1907 par MM. Bergonié, Broca et Ferrié relativement aux modifications annoncées sur la tension artérielle étaient valables pour l'application dite « lit condensateur ». On sait que les auteurs précités s'en sont tenus, pour leurs recherches, à la méthode d'auto-conduction. D'autre part, nous avions pu constater de-ci de-là, chez certains sujets soumis au lit condensateur, des variations de la température centrale, petites il est vrai, mais pouvant aller jusqu'à 0°,3.

Or, c'est pour l'étude de ces phénomènes que nous avons soumis une série de chiens à l'action du lit condensateur.

Chaque fois nous avons fait inscrire les oscillations de la pression cinq minutes avant le passage du courant, pendant le passage, et après l'électrisation :

Nous avons opéré sur des chiens non anesthésiés, sur des chiens chloralisés, sur des chiens auxquels nous avions tenté d'élever la pression sanguine par la strychnine ou l'adrénaline. Or, aucun de nos tracés ne montre la moindre modification en plus ou en moins de la pression moyenne.

Nous avons donc été amenés à conclure que, sur l'animal sain, la haute fréquence, sous forme de lit condensateur ou en applications directes, ne fait pas varier la pression artérielle.

En ce qui concerne maintenant les expériences du second groupe, nous

avons été guidés par cette hypothèse qu'en supprimant chez l'animal les moyens de régulation, on pouvait produire des élévations de température. C'est dans ce but que nous avons soumis une série de chiens à l'action du chloral-morphine. Sous l'action du chloral-morphine, la température de l'animal décroît et la décroissance suit pendant plusieurs heures un régime déterminé variant avec la profondeur de l'intoxication. Vient-on alors, à un moment donné, à faire passer la haute fréquence, le régime de décroissance de la température centrale se modifie. La température s'élève, reste stationnaire ou décroît moins vite pendant tout le passage du courant.

En redonnant ensuite, après quelques minutes, le courant, on observe à nouveau le même ralentissement de la courbe thermique. Toutefois, au bout de deux, trois ou cinq heures, l'élimination de l'anesthésique est suffisante pour que le chien se réveille sous l'influence du courant et, dès lors, la courbe thermométrique prend une marche graduellement ascendante; pour revenir au bout d'un certain temps à la normale.

Et même, dans cette période de retour à la température normale, l'application de la haute fréquence accélère l'accroissement thermique, c'est-à-dire que si le chien, pour revenir à la température normale, gagne 3 dixièmes de degré en vingt minutes, il en gagnera 6 dans le même temps quand on le soumet à l'action du courant. Le fait en lui-même d'un échauffement de l'organisme par les courants de haute fréquence n'a rien qui puisse surprendre, étant donnée la sensation bien connue de chaleur dans les poignets et les avant-bras qu'on éprouve quand on tient entre les mains un conducteur parcouru par une intensité suffisante de ces courants. Cette sensation est due à la chaleur de Joule qu'ils développent.

Mais il est, chez le chien, un phénomène concomitant qui attire l'attention. Il est peu marqué chez les chiens chloralisés, mais très net chez les chiens soumis à la haute fréquence et anesthésiés par la morphine ou pas anesthésiés du tout. Chez ces derniers, le rythme respiratoire passe de 10-16 respirations à la minute à 30-40-50 et davantage. On observe bien un accroissement du rythme respiratoire chez les animaux chloralisés, mais il est d'autant moins marqué que l'intoxication chloralique est plus profonde. C'est que le chloral fait perdre à l'animal le pouvoir de régler sa température, et l'accroissement du rythme respiratoire n'est autre chose que de la polypnée, moyen de défense habituel du chien contre les causes d'accroissement thermique.

Chez l'homme normal, le premier effet d'un accroissement thermique quelconque venu de l'extérieur ou de l'excès de ses combustions propres est un réflexe thermo-régulateur : la *vaso-dilatation périphérique* pour des accroissements faibles, à laquelle s'ajoute la transpiration, si la lutte doit être plus active.

Si l'on prend, chez l'homme sain, avant, pendant et après l'application des courants de haute fréquence, un tracé de pouls volumétrique, on trouve assez souvent (non pas toujours cependant) que le pouls volumétrique se modifie dans son allure.

Le plus souvent, la courbe change : le pouls capillaire devient plus ample ; la portion ascendante de la courbe est plus redressée, le dicrotisme plus marqué. Ces modifications ont été, du reste, notées par plusieurs auteurs. Elles correspondent à celles bien connues que détermine l'augmentation de température extérieure sur le pouls digital.

Ainsi, chez l'homme sain, l'effet Joule produit par les courants de haute fréquence appelle la défense par vaso-dilatation périphérique.

Il résulte toutefois des expériences de Sommerville sur la température buccale, de Wertheim Salomonson, et de nous-mêmes sur la température rectale, que, malgré l'intervention de la circulation périphérique, il subsiste un léger excès de chaleur dont la rétention fait monter la température de quelques dixièmes pendant la séance. Quant à l'élévation de température qui, parfois, succède à la séance elle-même, nous ne savons si elle est due à l'accroissement des combustions, à une diminution de la radiation périphérique ou à une modification passagère du niveau de la régulation thermique.

Les effets régulateurs observés chez le chien se retrouvent donc identiquement *chez l'homme*.

Les tracés de pouls capillaire que nous avons obtenus l'ont été en hiver ou au printemps alors, que la température était peu élevée. Ayant continué nos expériences en été, et notamment par des jours de chaleur, nous n'avons plus obtenu des modifications aussi caractéristiques du pouls capillaire, ce qui s'explique par l'amplitude déjà considérable du pouls d'été. Par contre, nos sujets mis en expérience ont, pour une intensité suffisante de courant, présenté, au cours de la séance, une transpiration plus ou moins marquée.

Il en résulte donc que la dépense contre l'apport de chaleur par les courants de haute fréquence peut se faire par vaso-dilatation périphérique, ou même par sudation.

En résumé, il résulte de nos expériences que l'organisme se défend contre l'effet Joule des courants de haute fréquence, comme contre toute action calorifique rapide. Il met en jeu ses moyens de défense proportionnellement au nombre de calories qui lui sont apportées chaque seconde.

Chez le chien, comme chez l'homme, aux intensités habituellement utilisées, les courants de haute fréquence tendent à doubler la thermogenèse. Or, bien que la température centrale s'élève un peu, la vaso-dilatation périphérique et la polypnée assurent le maintien de la température normale, et il est possible, enfin, que durant le passage du courant les actes

chimiques intérieurs subissent un ralentissement momentané. Sous l'influence de la haute fréquence, l'organisme économiserait alors les produits nécessaires au maintien de sa propre température.

Il y aurait peut-être là une intéressante tentative à faire chez les *anémiques*, *chlorotiques*, *cachectiques*, etc., mais il faudrait évidemment, dans ce cas, des séances prolongées pendant plusieurs heures pour obtenir un effet utile.

Mais cela n'est vrai que pendant le passage du courant ; on peut se demander, si après lui, les actes chimiques ne sont pas soumis à une réaction et n'augmentent pas d'intensité. L'augmentation de la quantité d'oxygène absorbé est de CO^2 rejeté (d'Arsonval), et l'élévation thermique que l'on observe une heure après la séance serait en faveur de cette manière de voir. Dans ce cas, la haute fréquence jouerait un rôle analogue aux moyens thermiques externes (bains chauds, bains de chaleur radiante, bains de soleil) qui excitent l'activité cellulaire, et dont on connait les bons effets, particulièrement les *effets sédatifs*, dans le rhumatisme, les douleurs des arthritiques, les congestions locales.

Elle nous permet donc de résoudre un problème qui, jusqu'à présent, n'a pas encore reçu de solution : l'apport de chaleur par la voie interne, sans dépense pour l'organisme (1).

Elle constitue ainsi un procédé nouveau de thermothérapie, différant des moyens usuels par sa moindre violence et en ce qu'il agit sans excitation des nerfs cutanés.

Indirectement, par les moyens de défense qu'elle sollicite chez l'homme, la haute fréquence semble devoir être utile, toutes les fois qu'il y a lieu, d'une façon soutenue et modérée, de décongestionner les organes internes ou d'activer la circulation périphérique. Elle parait donc, à ce point de vue, un adjuvant utile dans le traitement des congestions rénales, des névralgies viscérales, etc.

Enfin, il y a lieu de l'essayer systématiquement dans ces états de mauvaise circulation périphérique tels que l'*asphyxie des extrémités*, l'*angiospasme* cutané, contre la *cryesthesie*, contre cette sensation de froid dont les brightiques et les artério-scléreux ont tant de peine à se défendre.

(1) Par opposition à la chaleur développée par le travail musculaire qui constitue également de la chaleur d'origine interne, mais avec dépense de combustible.

M. Roger LABEAU
Assistant de Radiologie à l'Hôpital Saint-André (Bordeaux).

LA RADIOTHÉRAPIE DANS QUELQUES AFFECTIONS DE LA MOELLE

— 7 août —

Dans notre thèse inaugurale du 23 mars 1908 sur *La Radiothérapie de la Syringomyélie*, thèse récemment résumée dans les *Archives d'Électricité Médicale* (25 juin), nous avons eu l'occasion de faire connaître les heureux effets obtenus, dans le laboratoire du professeur Bergonié, par la radiothérapie dans le traitement de cette affection de la moelle. La disparition des troubles de la sensibilité, celle des troubles moteurs, l'augmentation de la force musculaire, etc., tels sont les résultats que nous avons constatés et signalés à cette époque.

Depuis lors, sur les quatre malades qui ont sérieusement bénéficié du traitement radiothérapique, nous avons pu continuer nos soins à deux d'entre eux, et nous avons eu la satisfaction de constater que les améliorations signalées le 23 mars se sont encore accentuées. Chez ces deux sujets l'atrophie musculaire des interosseux a de plus en plus rétrocédé et, comme corollaire, s'est produite une nouvelle augmentation de la force musculaire.

Si ces résultats ne nous permettent pas encore de conclure à la guérison définitive, nous croyons pouvoir dire que, étant donnée l'absence de toute autre médication efficace, c'est par la radiothérapie que doit nécessairement être traité tout malade atteint de syringomyélie.

Donc, convaincu que la radiothérapie s'est montrée efficace et constante dans le traitement de la syringomyélie, nous avons pensé qu'il était logique de demander encore à l'action des rayons X ses mêmes bons effets dans le traitement des *différentes lésions de la moelle.*

Voici celles que nous eûmes à traiter :

Trois cas de *paraplégie spasmodique ;*
Deux cas d'*hématomyélie ;*
Un cas d'*hydromyélie ;*
Enfin, un *tabétique* atteint d'incontinence nocturne d'urine.

Voyons d'abord les trois malades atteints de *paraplégie spasmodique.* Deux de ces sujets nous ont été adressés par le service du professeur Pitres ; quant au troisième il a été traité par nous, chez M. le professeur Bergonié, qui a bien voulu nous autoriser à en publier l'observation.

Le premier de ces sujets est une jeune fille de dix-huit ans. Elle n'a pas d'antécédents pathologiques, ni héréditaires (pas de tare névropathique, pas d'alcoolisme), ni personnels (pas de maladie infectieuse, pas de traumatisme).

Bien que ne présentant pas de courbature des membres inférieurs, elle était atteinte d'une impotence fonctionnelle absolue et souffrait, depuis à peu près un an, de vives douleurs localisées dans les mollets. Elle ne pouvait plus se tenir sur ses jambes ; la marche lui était complètement impossible.

A l'examen, on notait de l'exagération des réflexes, tant rotuliens qu'achilléens ; pas de trépidation du pied ni de la rotule ; pas de troubles des sphincters. Les masses musculaires, tant des cuisses que des jambes, étaient légèrement diminuées de volume sans présenter d'atrophie vraie ; d'ailleurs, les réactions électriques n'étaient nullement modifiées.

Il n'y avait pas de tremblement intentionnel à l'occasion des mouvements volontaires. L'intelligence était intacte.

Le 25 mars 1908, nous avons aussitôt institué un traitement radiothérapique à raison d'une séance tous les cinq jours, séance de quinze minutes, avec des rayons très durs dirigés sur le segment inférieur de la moelle.

Peu à peu, nous avons vu rétrocéder les différents phénomènes que présentait la malade. Ce furent d'abord les douleurs qui disparurent après la cinquième séance. Puis les réflexes diminuèrent d'amplitude ; l'impotence fonctionnelle diminua aussi : le sujet put se tenir sur ses jambes.

Enfin, après treize séances, la malade quitta l'hôpital, pouvant marcher seule bien qu'encore difficilement ; ses réflexes étaient presque normaux.

Nous avons vivement regretté de ne pouvoir continuer davantage un traitement qui eût très vraisemblablement apporté une amélioration plus manifeste.

Notre seconde malade est une femme de quarante-cinq ans, journalière, qui ne présente, elle non plus, aucune tare névropathique héréditaire. Pas d'antécédents alcooliques.

Elle a eu, dans sa jeunesse, plusieurs maladies infectieuses (rougeole, scarlatine), mais ce ne fut que très longtemps après, à l'âge de quarante ans, qu'elle éprouva les premiers symptômes de l'affection qui la conduit aujourd'hui à l'hôpital.

Cette personne, de corpulence plutôt forte, est incapable de faire un mouvement par suite de l'impotence absolue de ses membres inférieurs qui présentent de la contracture vraie. Non seulement la marche lui est impossible, mais elle ne peut même pas se mouvoir dans son lit.

Ses réflexes tendineux sont très exagérés ; elle présente de la trépidation épileptoïde du pied et de la rotule.

Les masses musculaires de ses membres inférieurs, bien que de faible volume, ne sont pas atrophiées ; il n'y a pas de modification de l'excitabilité faradique, ni galvanique. Pas de trouble des sphincters. Pas de modification de la sensibilité. L'intelligence est intacte.

Le traitement radiothérapique commencé le 17 avril 1908 produisit, dès la huitième séance, une diminution de la contracture des membres inférieurs ; la trépidation épileptoïde devint aussi moins nette. En même temps la malade pouvait faire quelques mouvements à l'occasion desquels nous constations du tremblement intentionnel, tremblement qui disparut par la suite.

Quand, après la quinzième séance, la malade quitta l'hôpital, elle pouvait faire quelques pas à l'aide de béquilles ; ses réflexes étaient presque normaux ; la trépidation épileptoïde du pied et de la rotule avait complètement disparu ; il n'y avait presque plus de contracture.

C'est une amélioration considérable chez un sujet gravement atteint.

Le troisième sujet est une fille de trente-cinq ans, issue d'une famille de névropathes.

Jusqu'à l'âge de seize ans, elle n'a présenté aucun trouble morbide. A cette époque, elle fut atteinte d'angine et de scarlatine dont elle guérit, d'ailleurs, rapidement.

Ce ne fut que deux ans plus tard, à l'âge de dix-huit ans, qu'à la suite d'une vive émotion, cette jeune fille s'aperçut qu'elle ne pouvait se servir de son bras droit. Deux mois après, elle remarqua qu'elle titubait en marchant; ses pieds lui paraissaient très lourds; bientôt même elle ne put marcher toute seule.

M. Bergonié qui la vit vers cette époque constata du tremblement intentionnel à l'occasion des mouvements volontaires; de la raideur musculaire de la tête. Elle accusait des troubles des sphincters, de l'incohérence des sensations visuelles. De nombreux traitements avaient été institués sans donner aucune amélioration notable. M. Bergonié pratiqua alors, au niveau de la colonne sacro-lombaire, de la révulsion par les étincelles électriques, ce qui parut amener une légère amélioration : la marche devint un peu moins difficile, la sensation d'ouate sous les pieds disparut.

En l'examinant pour la première fois, le 5 décembre 1907, nous constatons de la difficulté pour exécuter les mouvements, tant du côté des membres inférieurs que des membres supérieurs. La station debout sur un pied est impossible. En marchant la malade traîne la jambe gauche. La marche à reculons est difficile; en croisant les jambes, elle est impossible. Les yeux fermés les différents mouvements sont impossibles.

Du côté des membres supérieurs les mouvements sont possibles mais très lents. Nous ne notons pas de contracture.

Le tremblement intentionnel à l'occasion des mouvements volontaires est caractéristique. L'écriture de la malade est tremblée; bien que convenablement formées, le lettres sont faites de traits irréguliers; elle se reprend plusieurs fois pour tracer une lettre. La sensibilité est normale; le signe stéréognostique est conservé.

Les réflexes tendineux des membres supérieurs et inférieurs sont exagérés, surtout à gauche.

Nous ne trouvons pas d'atrophie musculaire; pas de modification des réactions électriques.

L'intelligence est intacte. Pas de troubles mentaux.

Dès ce moment (5 décembre 1907), nous avons commencé un traitement radiothérapique qui malheureusement ne devait pas être régulièrement suivi! Sur toute l'étendue de la moelle nous avons appliqué, pendant quinze minutes, des rayons très durs.

Bien que jusqu'à ce jour nous n'ayons pu faire qu'une dizaine de séances, la malade accuse une amélioration sensible. Les réflexes sont moins vifs. La marche est bien meilleure : elle est plus facile et peut être prolongée sans que le sujet ait besoin de soutien. La station sur un pied est maintenant possible.

Le tremblement intentionnel a sensiblement diminué; l'écriture est plus nette, les lettres plus régulières.

En résumé, amélioration sensible chez un sujet atteint depuis très longtemps et chez lequel aucun traitement antérieur n'avait donné de résultat appréciable.

Les deux *hématomyéliques* que nous avons traités sont deux ouvriers âgés de plus de cinquante ans, victimes de violents traumatismes.

Le premier, dans sa chute d'un échafaudage, était tombé sur la bordure d'un trottoir. Atteint dans la région dorso-lombaire, il fut relevé sans connaissance et transporté à l'hôpital.

A ce moment, il accusait de très vives douleurs au niveau de la colonne dorso-lombaire. Il présentait de l'hypoanesthésie dans toute la région située au-dessous de la ceinture pelvienne; il avait de l'incontinence d'urine et des matières fécales.

Les troubles de la motilité étaient assez accentués; il présentait de la paralysie des membres inférieurs, paralysie qui alla d'ailleurs en s'accentuant. On constata ensuite de l'atrophie musculaire des masses du mollet et de la cuisse, sans réaction de dégénérescence. Les sensibilités thermique et douloureuse étaient diminuées; par contre, la sensibilité tactile était conservée. La sensibilité osseuse diminuée; le sens stéréognostique conservé.

Les réflexes, tant rotuliens qu'achilléens, étaient exagérés.

C'est dans ces conditions que nous le trouvons quand il nous est adressé.

Nous appliquons le traitement radiothérapique habituel: rayons durs, filtrés sur la moelle dorso-lombaire.

Le nombre des séances que nous faisons est malheureusement trop restreint (à peine une dizaine), le malade ayant trop tôt quitté l'hôpital pour rentrer dans sa famille.

Malgré cela, au moment de son départ il ne présentait plus d'impotence fonctionnelle du côté des membres inférieurs; à peine remarquait-on une légère incoordination des mouvements dans les membres inférieurs et un peu d'atrophie musculaire des quadriceps et des jumeaux. La sensibilité était redevenue parfaite. Ses réflexes étaient presque normaux. Il n'y avait plus de troubles sphinctériens.

Le deuxième sujet nous est adressé par le professeur Pitres, avec le diagnostic d'*hématomyélie du cône terminal.*

C'est dans le coma que, par suite d'un traumatisme, il fut transporté à l'hôpital.

Au bout de quarante-huit heures, il reprit connaissance, accusa de vives douleurs au niveau de la colonne vertébrale et particulièrement au niveau du sacrum. Il n'avait aucune lésion osseuse de la colonne, ainsi que l'indiquèrent différentes radiographies.

Examiné à ce moment, il ne présentait pas de troubles de la motilité du côté des membres inférieurs. La diminution de la sensibilité à la douleur et à la chaleur était limitée au sacrum et aux organes génitaux. La sensibilité tactile était conservée et normale. Il n'y avait aucun trouble sphinctérien. Pas de syndrome de Brown-Sequard.

Ce n'est qu'environ deux mois après son entrée à l'hôpital que nous avons pu instituer un traitement radiothérapique.

Après une dizaine de séances, nous constations de l'amélioration des troubles de la sensibilité, quand le malade eut une hémorragie cérébrale qui le laissa hémiplégié du côté droit.

Cette hémorragie cérébrale fut loin de nous surprendre, étant donné que nous avions affaire à un artério-scléreux ralenti de la nutrition, dont la pression artérielle dépassait 21 centimètres de mercure.

Il s'agit maintenant d'un jeune homme que nous avons traité pour *hydromyélie.*

Le sujet est âgé de dix-huit ans, il est employé de commerce et, jusqu'à ces dernières années, avait joui d'une bonne santé.

Rien dans ses antécédents héréditaires ne nous paraît intéressant à signaler.

C'est il y a trois ans, et sans cause connue, qu'il ressentit les premières atteintes de la maladie qui devait plus tard le conduire aux consultations du Professeur Pitres.

Après l'avoir examiné, notre éminent Maître veut bien nous l'adresser avec le diagnostic d'hydromyélie.

A ce moment, nous constatons une impotence fonctionnelle presque absolue des membres inférieurs; de la titubation; des zones de paresthésie sur différentes régions des membres inférieurs avec dissociation de la sensibilité. Les membres ne sont pas contracturés; il n'y a pas de tremblement, pas de convulsion.

Le sujet est maladroit de ses membres supérieurs. Dans l'impossibilité de pouvoir écrire, il est obligé d'abandonner son emploi.

L'incoordination des mouvements est très évidente, tant du côté des membres supérieurs que des membres inférieurs. S'il est assis, il ne peut se lever seul; il marche très difficilement, va buter les différents objets qui l'entourent.

Ses réflexes tant rotuliens qu'achilléens sont très exagérés.

Pas de troubles trophiques, si ce n'est de l'atrophie musculaire des masses du mollet, de la cuisse, du bras, sans réaction de dégénérescence.

Pas de troubles cérébraux, bien que la mémoire soit un peu diminuée. La parole est embarrassée; la voix n'est pas bitonale.

Le traitement est immédiatement institué, à raison d'une séance de radiothérapie chaque semaine, séance de quinze minutes, avec des rayons très durs.

Dès les premières irradiations, nous constatons une amélioration notable: la parole devient plus claire, la mémoire renaît, les troubles de la motilité s'amendent, les réflexes diminuent d'amplitude.

Actuellement, après une vingtaine de séances, le malade a pu reprendre son travail. Il se lève facilement de son siège sans le secours de personne. Bien que titubant encore un peu, il marche seul et peut même faire d'assez longues courses. Les réflexes sont à peu près normaux; il ne présente plus de zones de paresthésie.

En somme, résultat inespéré chez un sujet jeune, il est vrai, mais toutefois assez gravement atteint.

Notre dernier sujet est un vieillard atteint d'incontinence nocturne d'urine. C'est en outre un *tabétique* traité depuis longtemps dans le service du professeur Pitres. Il nous est adressé par M. le professeur-agrégé Verger.

Ce malade, d'une intelligence au-dessus de la moyenne, a su nous tenir très exactement au courant des fluctuations de ses crises urinaires.

Tabétique depuis l'âge de quarante-cinq ans (il en a aujourd'hui soixante-huit), ce ne fut qu'en septembre 1907 qu'il ressentit des besoins plus fréquents et plus impérieux d'uriner la nuit; il constata alors pour la première fois que ses draps étaient mouillés.

Il se levait d'abord cinq à six fois chaque nuit, puis progressivement il arriva à se lever jusqu'à quatorze ou quinze fois. Il urinait environ d'un litre et demi à deux litres par nuit. Il n'éprouvait aucune douleur pendant la miction. Vers cette époque, il eut des crises d'excitations génitales.

M. le professeur Pousson consulté ne constata rien d'anormal soit du côté de la vessie, soit du côté de l'urèthre. L'analyse d'urine ne décela aucun élément pathologique.

A l'examen pratiqué le 15 mai 1908, nous avons constaté que, debout, les yeux ouverts, le malade pouvait garder l'équilibre; les yeux fermés, il présentait des oscillations sans toutefois qu'il y ait chute; de plus, les yeux fermés, la station sur un pied était impossible.

Les réflexes rotuliens et achilléens étaient abolis. Pas de signe d'Argyl Robertson.

Les sensibilités testiculaire, laryngée, épigastrique, osseuse étaient affaiblies. La sensibilité tendineuse était abolie.

Il accusait des douleurs fulgurantes des membres inférieurs. Pas de douleurs en ceinture.

Au point de vue de l'appareil urinaire, le sujet nous répète avoir parfois de l'incontinence d'urine et être atteint de polakiurie. Quand il se lève la nuit, il n'émet le plus souvent que quelques gouttes d'urine, se recouche et, quelques minutes après, éprouve à nouveau le besoin d'uriner. Pendant ce temps, il souffre, au niveau des lombes et du périnée, de vives douleurs qui l'empêchent de dormir. Lorsque, au matin, il se lève définitivement les envies d'uriner et les douleurs cessent tout à fait; le reste de la journée se passe dans le calme le plus complet.

Divers traitements avaient été essayés sans donner de résultats appréciables.

Nous avons fait des séances de radiothérapie à raison d'une par semaine, sur la région sacro-lombaire correspondant au plexus atteint. Ces séances ont duré quinze minutes pendant lesquelles nous avons employé des rayons très durs, par suite très pénétrants.

D'abord, les douleurs ont assez facilement disparu; puis, les envies d'uriner se sont fait sentir moins pressantes et, peu à peu, moins fréquentes. Après la quatrième séance, le malade ne se levait plus que cinq à six fois par nuit, de 11 heures du soir à 7 heures du matin.

Un mois plus tard, dans les premiers jours de juillet, il n'avait plus que deux ou trois mictions, chaque matin entre 5 et 7 heures.

Enfin, depuis la dernière séance, le sujet ne se lève plus qu'une fois ou deux. Les besoins sont de moins en moins pressants; il n'urine plus sans s'en apercevoir; il ne souffre pas. Il est tranquillisé sur son état général qui d'ailleurs est satisfaisant.

Nous nous bornerons ici à décrire succinctement la technique opératoire que nous avons employée pour le traitement de nos différents sujets :

Nous nous sommes servi d'une bobine de 10 centimètres d'étincelle, alimentée par un courant continu de 120 volts.

Comme interrupteur nous avons utilisé l'interrupteur liquide à trou, type Simon-Caldwell modifié par M. Bergonié.

Comme source radiogène, nous nous sommes servi de tubes Chabaud de moyen volume, à osmo-régulateur.

Comme appareil de mesure, nous avons fait usage du voltmètre électrostatique de M. Bergonié.

Les rayons étaient du numéro 8-9 dudit voltmètre.

Afin d'éviter les dermites superficielles qu'auraient pu occasionner les

rayons nos 1 ou 2, nous avons interposé, entre la région irradiée et l'ampoule, des lames de verre de quelques millimètres d'épaisseur qui absorbaient les rayons nos 1 et 2 et ne laissaient filtrer que des rayons durs. Cela nous a permis d'atteindre la teinte B du Sabouraud sans provoquer le moindre érythème.

Les irradiations duraient un quart d'heure et étaient renouvelées une fois par semaine, pour la plupart de nos sujets.

Suivant les phénomènes morbides que présentaient nos divers malades, nous avons exposé différentes régions médullaires.

La partie sur laquelle nous voulions faire agir nos rayons était limitée au moyen de lames de plomb d'un quart de millimètre d'épaisseur, suffisamment larges pour protéger les régions voisines, et percées, au niveau de la colonne vertébrale, d'une ouverture d'environ 3 centimètres de largeur sur 8 centimètres de longueur.

CONCLUSIONS

D'après les observations précédentes, on peut admettre :

1° Que plus l'application du traitement est proche du début de l'affection, plus les résultats semblent satisfaisants ;

2° Que l'action des rayons X sur les cellules saines de la moelle paraît absolument nulle. Que seules, les cellules atteintes — pourvu qu'il n'y ait pas de dégénérescence wallérienne — bénéficient d'un traitement radiothérapique.

M. Th. NOGIER

NOUVEAUX RÉSULTATS ÉLOIGNÉS DE LA RADIOTHÉRAPIE

— 7 août —

Lors du Congrès de Lyon, en 1906, nous avions présenté trois malades traitées par la radiothérapie. Nous les avons suivies et venons apporter aujourd'hui la suite de leur histoire. C'est par des cas soigneusement observés pendant longtemps qu'on pourra d'ici quelques années apprécier la radiothérapie à sa juste valeur. Nous rapporterons à la suite trois cas nouveaux encore inédits.

Obs. I. — Mlle Adrienne T..., atteinte d'un lupus de l'index gauche remontant à dix ans. Le mal ayant envahi tout le doigt et résistant à tous les traitements, on procéda à l'amputation de l'index. Mais, sur la cicatrice, la lésion réapparut et alla en se développant sur le dos de la main. Au début de février 1904, cinq ans après l'amputation de l'index, la malade entre à l'Hôtel-Dieu, service de M. le professeur Bondet. Ulcération de 25 centimètres carrés à

surface saignant au moindre contact, anfractueuse, recouverte de croûtes épaisses, atteignant en profondeur un demi-centimètre environ ; le traitement radiothérapique est institué le 6 février 1904.

Sous l'influence de la radiothérapie, amélioration rapide. Trente séances, d'une durée totale de deux cent quarante minutes, représentant un total approximatif de 40 unités H, amènent la guérison complète.

Le 27 juin 1904, M. le professeur Bondet présentait cette malade à la Société nationale de Médecine de Lyon et disait à son sujet :

Actuellement, comme vous pouvez le voir, la cicatrice est parfaite, souple, sans saillies, sans adhérences profondes, avec une teinte légèrement rosée qui va sans cesse en diminuant; au point de vue esthétique, elle ne laisse rien à désirer.

Un an après, le 28 juin 1905, M. le docteur Barjon, revenant sur le cas de cette malade, disait devant la Société des Sciences médicales de Lyon :

La caractéristique de la cicatrisation dans la radiothérapie, c'est de donner des cicatrices souples avec une peau saine, normale et douée de toutes ses fonctions physiologiques.

Un des plus beaux exemples que j'en ai vus est celui d'une malade de M. le professeur Bondet, soignée par le docteur Nogier, pour un lupus ulcéré de la main datant de cinq ans. La guérison obtenue, on a constaté la formation d'une peau souple, tout à fait normale. M. le docteur Aubert a bien voulu étudier son fonctionnement glandulaire au moyen de son ingénieuse méthode des empreintes et il a constaté que les glandes sudoripares étaient revenues partout, sauf sur un très petit espace linéaire qui, moins riche en glandes, n'en était cependant pas complètement privé. Ce résultat est tout à fait remarquable et aucune méthode de cicatrisation ne pourrait donner mieux.

Nous avons revu la malade au mois de mai 1906. La cicatrice est toujours parfaite et aucun signe, ni objectif ni subjectif, ne permet de prévoir une récidive. La malade a été suivie jusqu'en août 1907. La guérison subsistait intégrale *trois ans et demi* après sa guérison. Depuis, nous avons perdu de vue la malade.

Obs. II. — Mme R..., soixante-dix ans. La malade a toujours joui d'une bonne santé. En mai 1903, elle remarqua, un peu au-dessus du mamelon du sein gauche une petite nodosité profonde. Le mamelon ne tarda pas à se rétracter et à rentrer à l'intérieur du sein. A ce moment aucune douleur, mais grande lassitude du côté gauche.

Après avoir employé sans succès l'iodure de sodium, puis essayé la radiothérapie chez un confrère (cinq séances de dix minutes), la malade entra à l'hôpital de la Croix-Rousse et fut opérée très habilement le 13 mai 1904, par M. le docteur Villard, qui ne se contenta point d'enlever le sein gauche, mais fit un curetage du creux axillaire pour le débarrasser de ses ganglions dont un assez volumineux nettement perceptible à la palpation avant l'opération. Au bout de douze jours, la malade quittait l'hôpital en bon état. La plaie avait très bon aspect; il n'y eut aucune suppuration.

Treize mois après, M. le docteur Branche, qui suivait l'état de la malade, constata un commencement de récidive et la renvoya à M. le docteur Villard, qui jugea la radiothérapie nécessaire et nous confia la malade.

Soignée à l'Hôtel-Dieu, dans le service électrothérapique du professeur Bondet, la malade commença son traitement le 19 juin 1905. Elle a eu, depuis cette époque, quarante séances de radiothérapie réparties sur dix-neuf mois, correspondant à une durée de quatre cent quatre-vingt-quinze minutes (environ 40 à 42 unités H).

Le 22 décembre 1905, M. le docteur Branche revoyait la malade et se déclarait absolument satisfait du traitement. Toute trace de récidive avait disparu.

Le 15 janvier 1906, M. le docteur Villard, à qui nous avions envoyé la malade, nous écrivait :

Je vous remercie de m'avoir envoyé Mme R..., chez laquelle le résultat opératoire s'est maintenu excellent et cela, j'en suis persuadé, grâce aux séances radiothérapiques que vous lui avez fait subir. Ce résultat m'encourage beaucoup à persévérer dans cette voie.

Fin juillet 1906, la malade allait aussi bien que possible et était toujours vaillante malgré ses soixante-dix ans. Aucune trace de récidive visible ni à la vue, ni au toucher, pas plus au niveau de la cicatrice que dans l'aisselle. Les mouvements du bras étaient faciles et sans douleur; la malade pouvait se coiffer et s'habiller facilement, ce qu'elle ne pouvait faire même plusieurs mois après l'opération.

Le 11 février 1907, M. le docteur Villard examinait à nouveau la malade et trouvait son état des plus satisfaisants.

En juillet 1907, une petite croûte épithéliomateuse se montrait sur l'aile droite du nez et était traitée avec succès par la radiothérapie.

En août 1907, rougeur, tuméfaction et douleur au niveau de la poignée du sternum. La radiothérapie instituée à ce niveau enraya les phénomènes.

En novembre 1907, la malade se plaignait de douleurs dans les jambes surtout à gauche; elle boitait.

En décembre 1907, les douleurs augmentaient, la croûte épithéliomateuse précédemment traitée se reformait au nez. Depuis janvier 1908, la malade impotente a dû cesser la radiothérapie. Le fémur gauche atteint par une affection très probablement *sarcomateuse* s'est fracturé. Douleurs très vives à l'humérus droit; toux pénible et fréquente. Récidive et extension de la croûte épithéliomateuse du nez. En résumé *métastases* multiples en évolution.

Obs. III. — Mlle Philomène C..., quarante-six ans. Mère morte à quarante-cinq ans d'un cancer du sein gauche.

Rien d'anormal du côté des seins jusqu'en 1902. Au printemps de cette année, elle éprouva un traumatisme violent sur le côté gauche du thorax suivi bientôt d'une tuméfaction dure dans la profondeur. Le 30 octobre 1902, la malade, inquiète d'une nodosité grosse comme une noisette, alla consulter M. le docteur Jamain, qui déclara une opération nécessaire, mais non urgente. La malade employa alors une pommade, puis des sirops qui lui firent, dit-elle, plus de mal que de bien.

Pendant ce temps, la dureté devenait de plus en plus grosse et les ganglions axillaires se prenaient à leur tour.

Devant l'insuccès des différentes médications, la malade se décida à se faire examiner à l'hôpital de la Croix-Rousse. M. le docteur Villard déclara une opération urgente et procéda le 7 octobre 1904 à l'ablation du sein malade et au curetage de l'aisselle.

La plaie opératoire se cicatrisa assez vite, puis se rouvrit pour suppurer un peu, enfin se ferma définitivement.

Quatre mois plus tard, M. le docteur Villard nous adressa sa malade pour la soumettre à la radiothérapie de peur d'une récidive qui semblait se dessiner. Le traitement fut commencé à l'Hôtel-Dieu, le 15 février 1905. A ce moment, la malade se plaignait beaucoup de son côté et ne pouvait élever le bras sans éprouver de vives douleurs.

Sous l'influence du traitement, les douleurs diminuèrent de plus en plus pour disparaître presque complètement. Les mouvements devinrent faciles et la

malade put vaquer aux diverses occupations de son ménage tout en reprenant son métier de dévideuse.

En juillet 1906, la malade allait aussi bien que possible. Elle avait subi à cette date cinquante-trois séances de radiothérapie formant un total de six cent vingt minutes. La dose totale absorbée par les tissus était d'environ 55 unités H.

En janvier 1907, la malade revue par M. le docteur Villard, était en parfait état. La radiothérapie était, du reste, continuée à titre de précaution à raison d'une application par mois.

En janvier 1908, la malade était en parfait état général et local.

Le 28 juillet 1908. nous avons procédé à un nouvel examen minutieux de notre malade. Cicatrice souple et parfaite, aucune adhérence; aucun ganglion ni axillaire ni sus-claviculaire pas plus à gauche qu'à droite. Aucun ganglion dans les aines. En résumé, *guérison* qui se maintient *entière trois ans* et *neuf mois* après l'opération.

Obs. IV. — Mme Joséphine B..., quarante-six ans. Aucune hérédité néoplasique, ni maternelle, ni paternelle. Mariée, une fille bien portante.

En juin 1906, ressentit une douleur en se couchant sur le côté droit et remarqua qu'elle correspondait à une nodosité dans le sein droit.

Attendit plusieurs mois avant de se décider à l'opération qui fut faite à l'Hôtel-Dieu de Lyon, par M. le docteur Villard, le 5 février 1907. Ablation totale du sein droit et curetage de l'aisselle.

La radiothérapie fut instituée dès le 9 mars 1907 à travers le pansement.

En décembre 1907, la malade avait eu déjà vingt et une séances de radiothérapie formant un total de deux cent trente-cinq minutes et représentant une dose approximative de 25 unités H. La cicatrice était en excellent état.

En fin juillet 1908, la malade avait subi sept nouvelles séances (une par mois). Cicatrice souple; aucun ganglion axillaire, ni sus-claviculaire, ni à droite, ni à gauche. Très bon état général. En résumé, *guérison* qui se maintient *dix-huit mois* après l'opération, sans trace de récidive ni de généralisation.

Obs. V. — Mme Thérèse B..., soixante-six ans. Pas d'hérédité néoplasique. Paysanne robuste. Bonne santé habituelle.

Remarqua en 1906, une petite nodosité douloureuse du sein gauche. Consulta son médecin qui conseilla opération.

La malade ne se décida qu'en avril 1907 à venir de son pays (la Drôme) à l'Hôtel-Dieu. Opérée le 11 avril 1907, par M. le docteur Villard. Ablation large du sein malade avec extirpation des ganglions axillaires.

La radiothérapie fut commencée le 28 avril à travers le pansement.

Du 28 avril 1907 au 3 mars 1908, la malade a eu *huit* séances de radiothérapie formant un total de cent cinq minutes et représentant une dose approximative de 15 à 18 unités H.

En juillet 1908, la malade allait aussi bien que possible tant au point de vue général qu'au point de vue local. Un peu d'œdème persistant du bras gauche. Avait repris ses occupations pénibles de fermière.

En résumé, *guérison* qui se maintient *dix-sept mois* après l'opération (1).

Obs. VI. — Mme Élisa R..., quarante-deux ans. Pas d'hérédité néoplasique ni du côté maternel ni du côté paternel.

Douleurs dans le sein droit, depuis le milieu de 1905. Tuméfaction du sein remarquée dès le mois de mai 1906.

(1) L'état reste bon depuis. (Note de 31 janvier 1909).

Opérée le 22 novembre 1906, par M. le docteur Villard. Ablation totale du sein droit et des ganglions dans l'aisselle.

Quelques mois après l'opération la malade fut soumise à la radiothérapie, car la plaie tardait à se fermer et on remarquait quelques noyaux durs sur les bords.

Sous l'influence des rayons X, la cicatrisation devint rapide et les noyaux durs disparurent.

En 1907, eut quinze séances de radiothérapie d'une durée totale de cent soixante minutes. Dose approximative 20 unités H.

Actuellement (juillet 1908), état local et général très satisfaisant. Un peu d'œdème du bras droit quand la malade se fatigue. En résumé, *guérison* qui se maintient *vingt mois* après l'opération.

Faut-il, de ces six observations, dont cinq sont favorables à la radiothérapie post-opératoire tirer, dès aujourd'hui, une conclusion ferme? Je ne le crois pas encore. L'observation II, où l'on voit des métastases s'affirmer *trois ans et trois mois* après l'opération, est, à ce sujet, éminemment instructive. Continuons à observer nos malades, à les suivre; j'estime que dix années de patience ne sont pas de trop pour se former une opinion.

M. L. BOUCHACOURT

Chef du Service de Radiologie de la Maison Dubois (Paris).

DE L'ACTION ATROPHIANTE DES RAYONS DE RŒNTGEN CHEZ LA FEMME SUR LES GLANDES MAMMAIRES EN DEHORS DE LA LACTATION. OBSERVATION CLINIQUE

— 7 août —

I. — Historique.

Premières recherches. — A la séance du 1er février 1907 de la Société de Biologie, MM. Cluzet et Soulié (de Toulouse) ont fait une communication intitulée : *De l'action des rayons X sur l'évolution de la glande mammaire du cobaye gravide.* Ces auteurs se sont mis dans les conditions suivantes, que je crois utile de rappeler :

Étincelle équivalente de l'ampoule de Röntgen = 5 à 6 centimètres;

Degré de pénétration des rayons = n° 6 du radiochromomètre de Benoist;

Durée de chaque exposition = de vingt à trente minutes;

Intervalle des expositions = huit jours;

Quantité totale des rayons X pour chaque animal (mesurée approximativement avec les pastilles Sabouraud-Noiré) = 12 à 32 H ;

Distance de l'anticathode à la glande irradiée = 15 centimètres.

Technique histologique : Les animaux ayant été tués par hémorragie, des fragments de la glande mammaire irradiée furent fixés par le liquide de Zenker ou de Morel; inclusion à la paraffine; coloration à l'hématoxyline ferrique, éosine ou safranine.

Les résultats constatés par ces auteurs furent les suivants :

Sous l'influence des rayons X, la glande mammaire a été retardée dans son évolution vers la sécrétion lactée. Les lobules des mamelles irradiées sont plus petits, plus distincts et séparés par une plus grande quantité de tissu conjonctif que dans les mamelles normales. Dans les lobules, la trame conjonctive est plus abondante; les culs-de-sac plus petits et plus écartés les uns des autres. Dans les parties les plus fortement irradiées, il existe des lésions dégénératives.

MM. Cluzet et Soulié ayant pris pour sujet de nouvelles expérimentations des lapins multipares, ont observé qu'une seule séance d'irradiation produisait l'arrêt de développement de la glande, au stade d'évolution qu'elle atteignait au moment de l'application des rayons X.

Deuxièmes recherches. — A la séance du 18 mai 1908 de l'Académie des Sciences, M. Bouchard a présenté une note de MM. Cluzet et Bassal, intitulée : *De l'action des rayons X sur l'évolution de la glande mammaire pendant la grossesse chez la lapine.*

Ces auteurs se sont mis dans les conditions suivantes :

Bobine Carpentier de 35 centimètres d'étincelle avec rupteur atonique;

Courant primaire = 20 volts et 3,5 ampères;

Courant secondaire = 0,4 milliampères;

Étincelle équivalente au tube radiogène (à osmo-régulateur) = 10 à 12 centimètres;

Degré de pénétration des rayons = n° 7 ou 8 du radiochromomètre;

Durée de l'exposition = trente minutes;

Quantité des rayons. Le virage d'une pastille de platinocyanure de baryum placée à 8 centimètres de l'anode se produisait au bout de vingt minutes;

Distance de l'anode au mamelon = 15 centimètres.

Les expériences portèrent successivement sur des glandes de primipares et de multipares, pendant la gestation (à partir du troisième jour) et la lactation (dix jours après le part), et même en dehors de la gestation (un jour avant la fécondation).

Les glandes furent examinées histologiquement, de cinq jours à quinze jours après l'irradiation.

Les lésions élémentaires constatées par MM. Cluzet et Bassal furent les suivantes :

Les cellules épithéliales irradiées présentent une affinité moindre pour les substances colorantes. Aussi bien dans le revêtement des culs-de-sacs que dans celui des canaux, on trouve çà et là, isolés ou par groupes, et en nombre variable des noyaux très gros, pauvres en chromatine et mesurant jusqu'à 23 μ.

Le mémoire de ces auteurs se terminait par les conclusions suivantes :

En résumé, l'évolution de la mamelle peut être entravée à tous les stades par l'application des rayons X. Celle-ci produit son maximum d'effet lorsqu'elle est faite au cours de la première quinzaine ou peu avant la fécondation. On obtient alors un arrêt complet dans le développement du parenchyme sécréteur, et même une régression des acini déjà formés, si bien qu'il ne subsiste que les canaux collecteurs. Lorsqu'on irradie dans la deuxième moitié de la gestation, les phénomènes sont moins marqués et analogues à ceux que nous avons décrits précédemment chez les femelles de cobaye.

Il suffit d'employer des rayons X de pénétration moyenne, et de faire une seule exposition de trente minutes qui ne détermine pas de dermite apparente.

II. — Observation personnelle.

C'est en me basant sur les recherches précédentes de MM. Cluzet, Soulié et Bassal, que j'ai eu l'idée d'essayer l'action de rayons des Röntgen sur

la femme d'un confrère qui se plaignait d'une hypertrophie mammaire inesthétique, la gênant beaucoup, notamment pour chanter, me disait-elle.

Je me suis mis dans les conditions suivantes :

Générateur unipolaire d'induction de 30 centimètres d'étincelle;

Interrupteur autonome de Gaiffe;

Courant primaire du secteur de Clichy (110 volts réduits par un rhéostat).

Courant secondaire = 0,3 à 0,5 milliampères.

Tube de Rœntgen de Müller ordinaire;

Étincelle équivalente = 17 à 18 centimètres, (donc tube très dur);

Degré de pénétration des rayons = n° 8 à 9 du radiochromomètre.

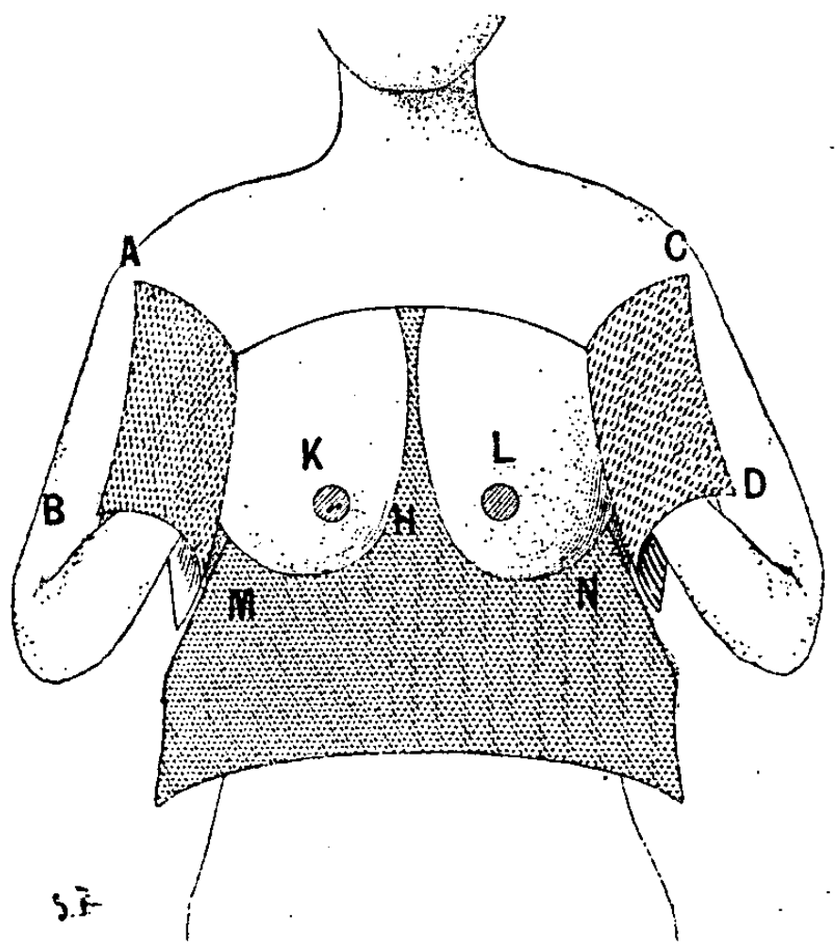
Durée de l'exposition = dix minutes par exposition (trois séances).

Intervalle des expositions = huit jours;

Distance de l'anticathode aux mamelles = 15 centimètres.

Disposition de la malade. — La patiente fut couchée sur le dos, et disposée de la manière suivante :

Afin de pouvoir irradier les deux seins en même temps, je fis rapprocher ceux-ci sur la ligne médiane par la malade elle-même, comme le représente la figure ci-jointe :



AB et CD sont deux feuilles de plomb, qui permettent à la malade de comprimer ses seins de dehors en dedans, tout en protégeant ses mains.

En MN est une autre feuille de plomb arrivant jusqu'au contact des seins, et se prolongeant entre eux deux par une languette en H.

En K et L sont deux rondelles de plomb, destinées à protéger l'auréole et le mamelon, que je considérais, à tort ou à raison, en raison de leur faible résistance vis-à-vis de tous les agents pathologiques, comme devant être particulièrement menacés de dermite.

Enfin le cou, les épaules et les bras furent protégés par de la toile caoutchoutée spéciale, dont on fait les tabliers protecteurs,

Observation clinique. — Il s'agit d'une dame L..., grande, bien portante, âgée de

trente ans, sans antécédents pathologiques spéciaux, qui présenta, dès l'âge de seize ans, une véritable hypertrophie pathologique des seins. Les règles, normales, étaient apparues à l'âge de quatorze ans. Il y a cependant quelques troubles de dysménorrhée à des intervalles assez éloignés. Jamais de grossesse. En septembre 1907, Mme L..., pesant 72 kilogrammes, se mit au régime (privation de graisses, diminution des liquides), et se fit masser.

En mai 1908, elle ne pèse plus que 67kg,200. Étant donnée la taille certainement supérieure à la normale de cette malade, ce chiffre n'a rien d'excessif.

En juin 1908, Mme L..., envoyée par son mari, vint me demander « si on ne pourrait pas lui faire diminuer ses seins par l'électricité ».

C'est alors que j'examinai, pour la première fois, ces glandes mammaires véritablement imposantes, et qui étaient nettement en disproportion avec le développement adipeux général de la malade.

Le palper me permit de constater que ces seins énormes, chez une nullipare, étaient presque uniquement composés de tissu glandulaire, qu'on sentait nettement dans la masse, laquelle était comme farcie de grains de plomb.

Je proposai alors à Mme L... et à son mari, d'essayer le pouvoir atrophique des rayons de Röntgen sur ces glandes, tout en les prévenant de la probabilité de l'affaissement inesthétique de ces organes en totalité, et aussi de la possibilité de l'apparition d'une dermite, mais sur la peau des seins seulement, car le cou, les épaules et les bras seraient protégés.

L'un et l'autre acceptant d'avance cette éventualité, je commençai le traitement le 30 juin, après avoir pris les mensurations suivantes :

Périmètre thoracique sous les seins = 87 centimètres;

Périmètre thoracique au-dessus des seins (à trois doigts au-dessus du sommet du creux axillaire) = 92 centimètres;

Périmètre thoracique maximum sur les seins = 106 centimètres;

Circonférence des seins à leur base = 50 centimètres environ pour chaque sein;

Distance du milieu de la clavicule au point le plus déclive du sein = 26 centimètres.

Les trois séances d'irradiation eurent lieu le 30 juin, les 8 et 15 juillet.

Les mêmes mesures furent prises à des dates variées, et donnèrent les résultats suivants :

	6 juillet.	14 juillet.	20 juillet.	27 juillet.
Périmètre sous les seins	87	85	85	83
Périmètre au-dessus des seins	92	91	91	90
Périmètre maximum sur les seins . .	102	101	100	100
Circonférence à la base des seins . . .	47	45	44	44
De la clavicule au point le plus déclive des seins.	26	26	26	26

Ces chiffres n'ont évidemment pas une précision mathématique, les périmètres thoraciques pouvant varier de quelques millimètres d'un instant à l'autre. Mais les mesures qu'ils représentent ayant été prises aussi consciencieusement que possible, ces chiffres méritent d'être discutés.

D'abord, il semble que l'action atrophiante ne se soit pas produite immédiatement, ou du moins que cette action ait continué plusieurs jours après, puisque nous voyons que les mensurations du 27 juillet, (c'est-à-dire douze jours après la dernière irradiation) sont encore inférieures aux précédentes.

Puis certains chiffres sont troublants: ainsi la diminution de 4 centimètres,

qui s'est produite entre le 6 et le 27 juillet, dans le périmètre sus-mammaire, ainsi que la diminution de 2 centimètres qui s'est produite, entre les mêmes dates, dans le périmètre sous-mammaire, sont difficiles à expliquer. A moins d'admettre une action spéciale atrophiante sur le tissu adipeux, on est bien obligé d'attribuer ces changements à la seule action du régime qui fut continué régulièrement pendant un mois par la malade.

Mais la diminution très rapide du périmètre maximum sur les seins, diminution qui a atteint 6 centimètres après les trois séances d'irradiations (dont 4 centimètres huit jours après la première séance), montre bien que que l'action glandulaire a été prédominante. Si on remarque que la circonférence à la base des seins a diminué aussi de 6 centimètres dans le même temps, on ne saurait mettre en doute cette influence des rayons de Röntgen sur les glandes elles-mêmes.

Enfin, dans les chiffres ci-dessus, il y a lieu de remarquer, que la distance qui va du milieu de la clavicule à la partie inférieure du sein, est restée constante : par conséquent, la diminution considérable qui s'est produite dans la circonférence du sein est bien une diminution générale de volume, et non un allongement par flaccidité, comme on aurait pu le craindre.

J'ajoute que ce résultat ayant été obtenu, sans aucune trace de dermite, mais avec un simple érythème fugace. je considère que le commencement d'atrophie glandulaire qui a été obtenu ainsi très facilement, constitue un encouragement à continuer dans cette voie, dans ces cas d'hypertrophie pathologique des seins, qui n'étaient justiciables autrefois que de la chirurgie, dans les cas extrêmes, bien entendu. De plus, dans tous les cas où les glandes mammaires présentent un fonctionnement exagéré, comme par exemple dans les cas de galactorrhée, sur lesquels on était jusqu'ici très désarmé, je crois qu'il y aura avantage, à l'avenir, à recourir à la radiothérapie.

ODONTOLOGIE

M. Francis JEAN

Professeur à l'École Dentaire (Paris).

INDICATIONS DES INLAYS CÉRAMIQUES ET MÉTALLIQUES (RAPPORT)

— 4 août —

L'insuffisance de nos diverses matières obturatrices préoccupe constamment les praticiens soucieux des progrès de leur art. Leurs observations les ont amenés à restreindre considérablement l'emploi exclusif des matières métalliques ou plastiques et à appliquer à la restauration des dents cariées des procédés spéciaux, dont les résultats sont à la fois plus durables et plus esthétiques, bien souvent même dans des cas presque désespérés.

Nous reprochions à l'aurification ses inconvénients thermiques dans les dents à pulpe vivante ; sa longueur d'exécution, avec l'or cohésif, dans des restaurations compliquées ; l'impossibilité de son emploi dans des organes de structure ou de vitalité trop délicates, et son défaut d'esthétique dans les cas apparents. Néanmoins, c'est encore l'obturation de choix qui donne le plus de satisfaction quant à la durée et à la solidité, alors qu'elle est judicieusement indiquée et exécutée.

L'amalgame présente également son contingent de défauts : inconvénients thermiques et galvaniques, inélégance en fait d'esthétique, son oxydation et la coloration des dents qui le supportent. Mais le reproche le plus grave, de l'avis unanime, est sa rétractilité, qui favorise les fractures des parois de la cavité, si la préparation de celle-ci n'a pas été scientifiquement faite et, enfin, des récidives de caries. Il faut cependant considérer qu'il est très résistant aux efforts mécaniques et aux actions chimiques buccales.

Les ciments les meilleurs s'usent et se dissolvent dans des proportions variables avec le milieu buccal, suivant les réactions salivaires individuelles. Cependant, le ciment satisfait l'esthétique mieux que le métal, bien que très éloigné encore du résultat désiré ; mais peu de temps après son exécution et longtemps avant qu'il soit nécessaire de la renouveler, la réduction de cette obturation fait un très mauvais effet en donnant à nou-

veau, par le vide qui en résulte, l'illusion d'une carie. D'autre part, si l'on attend trop longtemps pour la refaire, la carie peut récidiver; en tout cas, à chaque réfection, la cavité cariée sera agrandie. Enfin cette réfection, plusieurs fois répétée, amène souvent la disparition totale de la couronne; le pivot ou la coiffe d'or est le résultat final des obturations par le ciment. En outre, le ciment n'est pas toujours une obturation aseptique, et qui sait si sa dissolution n'est pas l'œuvre de microorganismes? Sur cette question, on pourrait donner la parole aux chimistes.

Ces reproches, néanmoins, ne doivent pas nous faire négliger ses immenses avantages, qui s'expliquent par l'adhésivité de ce produit aux parois dentaires, et l'on peut dire que c'est une excellente matière occlusive.

La gutta peut être considérée comme une bonne obturation temporaire, d'application facile, en général de courte durée, vu son usure rapide, lorsqu'elle siège dans les régions accessibles et qu'elle doit supporter quelque effort mécanique (mastication ou usage de la brosse).

Bien que tous ces produits, judicieusement appliqués, aient rendu et doivent rendre encore d'immenses services en dentisterie, il n'en est pas moins vrai que les efforts de l'ingéniosité d'un certain nombre de praticiens ont permis de s'approcher sensiblement de la perfection, en imaginant l'obturation par blocs céramiques et métalliques cimentés, dont la technique a été constamment perfectionnée depuis plus de quinze années, si l'on consulte les revues françaises et étrangères.

Les INCRUSTATIONS DE PORCELAINE sont obtenues par deux procédés :

1° *Le bloc taillé*, dont les principales méthodes ont été préconisées par Dall, Jeoffroy, B. Mitchell. Elles consistent à préparer spécialement une cavité dentaire dans laquelle un morceau de porcelaine de teinte choisie sera ajusté à la meule de carborundum, puis fixé au moyen de ciment; après durcissement de celui-ci, le bloc de céramique est façonné, égalisé, nivelé et poli au moyen de meule de carborundum, de pierre d'Arkansas, etc.

Le procédé du bloc taillé de Dall présente les inconvénients suivants : il oblige à un sacrifice souvent trop considérable de tissu sain pour le calibrage de la cavité avec des fraises *ad hoc*. Parce que si la cavité offre une étendue importante, les contours de cette cavité, puisqu'il faut l'amener à la forme cylindrique, ne permettront pas un ancrage complet sur deux points s'éloignant du centre pour venir affleurer les bords cavitaires médians ou distants. On peut donc conclure que ces systèmes ne sont applicables que pour les petites cavités ou celles dont les bords circulaires sont à peu près sur le même plan.

2° *Le bloc fondu* à haute ou moyenne fusion est incomparablement plus logique, élégant, artistique et rationnel en fait d'application. Après la

préparation scientifique de la cavité, basée sur des principes de mécanique, l'empreinte en creux de cette cavité de dépouille est prise directement au moyen d'une feuille mince de platine ou d'or fin, estampée par pression progressive avec du coton ou de l'amadou. Le platine est indispensable pour la porcelaine à haute fusion (environ 1.100 degrés), l'or sera suffisant pour la moyenne fusion (800 à 900 degrés).

Pour la fabrication du bloc de céramique, on peut procéder indirectement, grâce à la reproduction, par moulages, au moyen de laque spéciale de Stents ou de composition plastique analogue. Ce dernier mode de faire ne peut pas donner les mêmes résultats que le premier, c'est incontestable ; il offre seulement l'avantage d'imposer moins de travail à l'opérateur, mais la différence des résultats mérite la faveur que nous accordons au premier. De plus, nous ne voyons pas la nécessité d'employer la haute fusion, parce que les pâtes fusibles à plus basses températures, celles de Jenkins notamment, nous donnent toute satisfaction et que les reproches de décoloration qui leur ont été adressés ne se justifient que par des cuissons mal conduites et, par suite, mal réussies.

D'autre part, le platine n'offre pas la malléabilité de l'or et ne se prête pas à l'estampage délicat qu'on obtient avec ce dernier métal. Avec le procédé du bloc de céramique fondu, les cavités peuvent affecter toutes les formes possibles : l'essentiel est que le fond de ces cavités soit plat et leurs bords parfaitement réguliers et polis ; leur rétention est renforcée au moyen de rainures pratiquées en sens opposés, pour la fixation, au moyen de ciment ; préalablement, la cavité aura été elle-même munie de rainures rétentives. La partie de ces blocs, en contact avec le milieu buccal, doit rester vernie par le feu, vernissage dont l'effet est des plus heureux pour l'esthétique, en même temps qu'il est salutaire à l'asepsie. A cause de ses qualités isolantes, la céramique est une matière des plus précieuses pour l'obturation des caries du deuxième degré avancées.

Les INCRUSTATIONS EN OR COULÉ comportent deux méthodes :

1° Le procédé de l'empreinte en creux comprend, comme pour la céramique, une première phase identique pour la prise de l'empreinte, soit au moyen de feuille de platine mince, si l'on préfère fondre de l'or fin à 24 carats pour le bloc, soit au moyen d'or en feuille à 24 carats, si l'on désire fondre de l'or à 22 carats ou à un titre inférieur. L'empreinte mise sous revêtement doit laisser à découvert un orifice représenté par la surface libre du bloc ; par cet orifice, l'or placé par petites quantités, à plusieurs reprises, est fondu au moyen du chalumeau, jusqu'à ce qu'il soit en quantité convenable. Cette méthode est aujourd'hui complètement délaissée, à juste titre, pour la suivante, dont les avantages sont reconnus de tous.

2° Procéde de la cire perdue : D'une cavité spécialement préparée sur-

tout de dépouille, le bloc est représenté en cire s'adaptant parfaitement dans la cavité, façonné aussi exactement que possible, y compris l'articulation et le point de contact interstitiel, si l'organe à restaurer a une dent contiguë. Le modèle de ce bloc obtenu en cire, et sorti délicatement, est relié, par un conduit très fin, à un entonnoir dans lequel le métal en fusion devra passer pour remplacer la cire, brûlée au préalable, dans le revêtement qui l'aura emprisonnée.

La première méthode de Solbrig, à cire perdue avec matrice, qui consistait en une simple coulée produite par un mouvement de bascule de la masse de revêtement, au moment de la fusion complète du métal par le chalumeau ; celle de Platschick, avec son four électrique, qui réalisait un progrès en en rendant plus rationnels le chauffage et la fusion, ne comptent plus aujourd'hui. La coulée, par pression pneumatique, appliquée à la confection des blocs métalliques de Taggart, de Custer et d'autres, donnait de meilleurs résultats encore, mais les appareils compliqués et coûteux de ces derniers praticiens se sont vu détrôner, en 1907, par un ingénieux procédé : la pince Solbrig, pour pression par la vapeur d'eau, dont les premières démonstrations, à la Société d'Odontologie de Paris, eurent un énorme succès. La presse Solbrig nous a donc donné le moyen de réaliser pratiquement la confection des blocs métalliques par le procédé de la cire perdue, quel que soit le titre du métal. Le dernier procédé aura donc la préférence des praticiens parce qu'il offre des garanties de précision et de facilité d'exécution.

A ce propos, il est un détail de technique que nous ne devons pas passer sous silence : dès que la restauration atteindra une certaine importance, le bloc métallique devra toujours être creux, la réalisation de cette disposition de l'inlay a une très grande importance, et un grand nombre de praticiens ont cherché et trouvé divers moyens. Pour obtenir ce résultat, les procédés de Villain, Mahé et de Périndorge, peuvent être employés avec succès.

Quand nous préconisons l'inlay creux, il s'agit d'un véritable creux et non plat ou en gradin, ces deux dispositifs étant, à notre avis, insuffisamment rétentifs.

L'inlay creux est comme le couvercle d'une boîte, et la cavité dentaire doit être comparée à cette boîte.

Les avantages des inlays métalliques creux pour les obturations importantes sautent aux yeux du praticien : en cas de nécessité de réouverture d'une dent, on a la plus grande facilité pour les faire, sans qu'on soit obligé d'altérer notablement l'obturation.

La *méthode du bâtonnet* en or de M. Siffre, qui a beaucoup d'analogie avec le bloc céramique taillé, mérite également d'être mentionnée à cause de sa simplicité. Au moyen de rainures et, au besoin, de crampons et de

pivots soudés, le bloc métallique est fixé par du ciment comme le bloc de céramique.

Incrustations métalliques et céramiques combinées :

Dans une communication publiée par le *Dominion Dental Journal* et reproduite dans *L'Odontologie*, M. Davy, de Morrisburg, préconise un procédé qu'il met en pratique et qui donne satisfaction à la fois à l'esthétique et à la solidité. Les obturations par la céramique totale font craindre, en effet, pour leur solidité, certaines restaurations envahissant une portion dentaire à la fois apparente et fonctionnelle. En résumé, il s'agit d'une cavité dans laquelle on adapte un bloc de porcelaine et un bloc d'or juxtaposés.

Le seule chose peut-être regrettable pour l'application des procédés des blocs taillés ou coulés est la nécessité de recourir au ciment pour leur scellement. Le ciment devant être nécessairement malaxé à consistance un peu plus molle, comparativement à son emploi normal, une dissolution rapide de ce produit chimique s'explique aisément par sa consistance, en somme minime. Il résiste cependant convenablement, grâce, suivant nous, à sa compression dans une cavité bien asséchée. Nous avons maintes fois observé que le ciment, appliqué dans ces conditions, adhère solidement sur des surfaces tout à fait lisses.

L'emploi du ciment est néanmoins fâcheux, si les incrustations ne sont pas adaptées d'une façon irréprochable. En effet, mieux le bloc or ou porcelaine est ajusté, moins il y a de ciment apparent, plus il y a de sécurité pour la durée d'un travail d'une telle importance artistique. De là, la nécessité absolue de la bonne préparation des cavités, des empreintes et des blocs.

Des tentatives ont été faites, entre autres par notre confrère Loup (*Revue d'odontologie*, 1907), pour remplacer le ciment par le soufre, mais ce procédé ne nous semble pas très commode, attendu que c'est à une chaleur élevée que fond le soufre (115 degrés) et que l'on s'exposerait fatalement à des complications dans les caries parapulpaires. Les dents à pulpe morte pourraient peut-être subir ce *modus faciendi*, mais la manipulation d'une telle substance n'est positivement pas, ce nous semble, pratique dans l'espèce, bien qu'elle soit possible dans des cas très restreints.

La gutta-percha a été également préconisée par le Dr Hofrein, mais cette méthode n'a pas eu de faveur, de l'aveu de l'auteur lui-même ; il faut admettre que pour l'application il y a des inconvénients, dont le principal est de laisser une épaisseur de matière difficile à réduire suffisamment par pression sous chaleur et même par le procédé de la dissolution.

Les métaux fusibles à basse température ont également été essayés pour le scellement des blocs, mais n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Donc, actuellement, nous n'avons à notre disposition que le ciment pour fixer les inlays dans leurs cavités. Il est de toute nécessité que la quantité employée en soit aussi réduite que possible ; pour cela, nous le répétons, tout dépend de la préparation de la cavité, de l'ajustage du bloc, de son ancrage et de son adaptation. Le ciment ne doit être considéré que comme un appoint pour la rétention, mais on ne doit pas compter exclusivement sur lui.

Des procédés, aussi nombreux qu'ingénieux pour la confection des inlays en porcelaine et en or, ont été imaginés et vulgarisés et la littérature professionnelle n'a jamais autant fourni de documents pour l'obturation des dents que sur la question des inlays, notamment ceux en or. La technique opératoire, que nous n'avons pas à développer ici, a été publiée dans toutes les revues dentaires et, bien que nous ne devions ni énumérer, ni discuter les diverses méthodes appliquées, nous avons le devoir de rappeler que Aguilhon de Sarran, dentiste français, fut un précurseur de la méthode du bloc cimenté, pour l'obturation des dents, et de féliciter les chercheurs tels que Jenkins, Taggart, Custer, Solbrig, Platschick, etc., qui nous ont fait bénéficier de leurs travaux.

On peut dire, aujourd'hui, que cette question de la confection des inlays est, sinon tranchée, du moins bien près de la solution ; des perfectionnements peuvent être encore introduits dans cette technique, mais il n'est pas moins vrai qu'à l'heure actuelle, le procédé en usage nous rend incontestablement les services les plus satisfaisants.

Le degré de calcification des dents cariées est d'importance secondaire pour l'application des inlays, étant donné que le ciment leur sera souvent salutaire, s'il y a insuffisance calcique, et très suffisant si les conditions calciques sont normales. C'est, en effet, un immense avantage de l'inlay sur les autres genres d'obturations, qui obligent autrement le praticien au choix judicieux d'une matière obturatrice suivant l'état physiologique ou pathologique de l'organe à restaurer.

Le choix de la porcelaine ou de l'or devra être basé sur l'esthétique et sur l'effort auquel il sera exposé à répondre. Pour cela, il suffit de mettre en balance les avantages et les inconvénients de l'un et de l'autre, en se basant sur des considérations artistiques et pratiques. Partant de ce principe, on donnera la préférence aux blocs de porcelaine pour les cavités apparentes de toutes les dents antérieures, ainsi que des prémolaires supérieures et inférieures, si les cavités sont visibles une fois curettées. Elles peuvent être cervicales, labiales, labio-interstitielles ou labio-linguales. Les restaurations, même étendues, qui siègent sur les dents antérieures, y compris les canines, éprouvent peu de fatigue à la mastication, si l'ancrage et la disposition du bloc sont bien combinés et, lorsqu'il s'agit des prémolaires, elles peuvent encore supporter un effort mécanique notable.

En général, on peut adopter le bloc de céramique ou métallique pour la reconstitution d'un quart de couronne jusqu'à un tiers, par exemple.

Le praticien trouvera plus de ressources avec le métal et devra donner la préférence à celui-ci pour toutes les cavités de contour des petites et grosses molaires, principalement si ces cavités portent sur une face triturante et interstitielle à la fois. Toutes les dents antérieures bénéficieront également de l'adoption de l'inlay-or, si leurs cavités empiètent notablement sur leurs faces linguales. Et l'on peut dire, à part la supériorité de l'effet artistique de la porcelaine, que l'inlay en or rendra plus de services pratiques parce que son adaptation peut être plus précise, grâce à la méthode de l'empreinte directe, parce que les bords peuvent être extrêmement délicats, sans crainte de détérioration mécanique et que toute trace de ciment peut être complètement supprimée.

Néanmoins, il faut poser en principe que l'application de l'inlay en or ne s'imposera que s'il y a utilité reconnue tant pour le patient que pour l'opérateur : utilité pour le patient, si l'on peut ainsi lui éviter l'opération longue et parfois pénible qu'est l'obturation à l'or cohésif foulé ; utilité pour l'opérateur, s'il peut ainsi bénéficier d'une notable économie de temps.

Il faudra donc, pour l'inlay en or, des cavités de contour relativement importantes. Par lui, bon nombre d'organes très détériorés même, seront plus sûrement sauvés. Dans le cas où la couronne métallique est inapplicable, le bloc en or sera d'une utilité remarquable : nous voulons parler des molaires très couchées ou trop réduites de couronne lorsque la décortication convenable serait impossible pour permettre le sertissage parfait d'une bague.

La molaire déchaussée, mais encore solide dans son alvéole, sera ainsi mieux restaurée par un inlay en or que par une couronne, car cela supprime la décortication souvent pénible de l'organe, et l'aléa de sa dévitalisation.

Tout compte fait, l'inlay en or est un progrès réel, dont l'idée est née avant la porcelaine, mais dont les services sont plus généralement utilisés avec un excellent profit pratique et scientifique. Notre examen de la question des inlays nous fait nous étendre plus longuement sur l'or, parce que les services qu'il est appelé à nous rendre sont plus considérables.

Quelle ressource inappréciable le bloc d'or ne nous offre-t-il pas encore pour l'ancrage d'un bridge, en nous permettant de réduire au minimum la mutilation des dents peu cariées ou indemnes de carie !

Et, pour parfaire la solidité d'un pivot destiné à une racine par trop délabrée, le même procédé de l'inlay nous est d'un grand secours. toujours dans cet ordre d'idées de n'employer qu'une quantité des plus restreintes de ciment pour la fixation.

Nous pouvons maintenant dégager de ce qui précède, les conclusions suivantes :

CONCLUSIONS

1° Par raison d'esthétique et de durée, l'incrustation de céramique devra être exclusivement réservée aux dents antérieures et aux cavités apparentes ;

2° Le bloc de céramique taillé sera réservé aux petites cavités, sur les faces dentaires accessibles presque sans écartement des dents ;

3° Le bloc de céramique coulé sera réservé aux faces latérales, ainsi qu'aux cavités de contours et aux faces antérieures libres par l'absence des dents voisines ;

4° Pour toute cavité non apparente, le bloc d'or aura la préférence et devra être creux si sa dimension atteint le tiers de la dent à restaurer ;

5° En général, la méthode de l'obturation par les blocs d'or sera employée si elle doit être avantageuse pour le patient et pour l'opérateur, et s'il est question de réparer une perte de substance d'au moins un quart de couronne ;

6° Le bloc métallique sera également utilisé pour la rétention des travaux à pont ;

7° Par le procédé du bloc d'or coulé, la solidité d'un pivot sera assurée, dans bien des cas, par son adaptation intime dans la racine ;

8° Nous émettons le vœu qu'une matière insoluble dans la salive puisse remplacer le ciment pour le scellement des blocs céramiques ou métalliques.

M. L. THEUVENY

Docteur en Médecine, Chef de Clinique obstétricale à la Faculté de Médecine (Paris).

L'ÉTAT HISTOLOGIQUE DES FOLLICULES DENTAIRES CHEZ LES EMBRYONS, FŒTUS ET NOUVEAU-NÉS, DANS LES CAS D'INFECTION CONCEPTIONNELLE (SYPHILIS, TUBERCULOSE, ALCOOLISME, ETC).

— 4 août —

Depuis plus de dix ans que je fréquente les différentes Maternités de Paris, j'ai eu l'occasion d'examiner, à tous les points de vue, les divers produits de conception de femmes diversement infectées avant et pendant leur grossesse. Et de même que j'ai recherché (1) les lésions des os, en général, dans les modalités infectieuses, j'ai pensé qu'il pouvait y avoir, du côté de la formation des dents, des modifications d'ordres variables.

(1) *La dystrophie osseuse syphilitique congénitale. Soc. Obstétricale de France,* Paris, 1906.

Puisque la syphilis, puisque la tuberculose, l'alcoolisme, comme toutes les autres infections graves de la mère, sont capables d'altérer le tissu osseux, soit dans son développement, soit dans sa texture locale, soit dans sa forme générale, il était possible de voir des manifestations analogues, dans le développement, la texture des follicules dentaires.

Et si l'on arrivait à trouver dans ces follicules, à quelque période qu'ils fussent, des lésions, il était probable que ces lésions allaient se manifester de façon nette et diverse, sur la dent une fois sortie, aussi bien la dent de lait que la dent définitive. De plus, pourrait-on, par cet examen histologique du follicule dentaire, dire la lésion constatée, spécifique soit de la syphilis, soit de l'alcoolisme, de la tuberculose, de l'albuminurie, d'une infection suraiguë, etc.; ou bien toutes ces tares chroniques ou passagères marquaient-elles les follicules d'une même empreinte et n'y avait-il pas plus vraiment une dent d'Hutchinson caractéristique de la syphilis, que caractéristique de la tuberculose ou d'une infection quelconque? En un mot, ces différentes infections sont-elles susceptibles de créer des lésions de tout ordre qui, microscopiquement, ne pourraient être utilement séparées les unes des autres et qui, macroscopiquement, au seul point de vue pratique et professionnel, seraient susceptibles d'être confondues entre elles ?

J'avais, du reste, écrit en *addendum* à la fin d'une communication faite dans l'*Odontologie* du 15 février 1907, sur *les Dents chez le fœtus et le nouveau-né syphilitiques*, la phrase suivante:

« Je ne veux pas, toutefois, faire de la syphilis héréditaire le seul facteur causal de ces diverses lésions observées, et je suis persuadé que si elle en est la raison majeure, les grandes infections de la mère pendant la conception, les intoxications quelles qu'elles soient, auxquelles a pu être soumis *in utero* le produit fœtal, sont capables de produire, à différents degrés, les altérations des divers tissus dentaires du fœtus ou du nouveau-né. »

D'ores et déjà, je dois dire qu'à la suite des nombreux examens que j'ai pratiqués, je suis persuadé que toutes les grosses infections sont susceptibles de déterminer des lésions nettes et indéniables sur les germes dentaires, sans que l'on puisse affirmer qu'il s'agisse plutôt dans tel cas, de telle ou telle cause efficiente.

J'ai reproduit moi-même, en dessins à la chambre claire, avec les colorations telles qu'elles sont, en des photographies microscopiques, quelques-unes des coupes que j'ai pratiquées. Ces épreuves sont telles qu'elles se sont présentées sous le microscope, sans aucune altération ni retouche.

Le plus grand nombre, quatorze sur dix-huit, ont été dessinées avec un microscope de Nachet, oculaire 2, objectif 3, les autres avec le même oculaire et l'objectif 5. Toutes les pièces ont été préparées comme à mon habitude : fixation dans le formol à 4 0/0, décalcification dans une solution à saturation d'acide picrique additionnée de 3 0/0 d'acide nitrique, enrobe-

ment au collodion, coloration à l'hématoxyline, hématoxyline éosine, hématoxyline et Van Giesen.

Ces pièces au nombre de dix-huit, sont toutes des maxillaires inférieurs d'embryons, fœtus ou nouveau-nés, venant, soit de la Maternité de Port-Royal, soit en plus grande partie de la Maternité de l'hôpital Beaujon.

Sur ces dix-huit observations :

8	proviennent de	syphilitiques.
2	—	d'albuminuriques gravement atteintes.
2	—	d'éclamptiques.
2	—	de tuberculose pulmonaire aiguë.
1	—	de granulie suraiguë.
1	—	d'intoxication saturnine.
1	—	d'intoxication phosphorée.
1	—	d'alcoolique maternelle.

Les embryons sont au nombre de trois; ayant, au moment de leur expulsion, de cinq à six mois de vie intra-utérine (granulie, intoxication phosphorée, deux syphilitiques); les fœtus au nombre de deux, vont de six à sept mois et demi (deux éclamptiques, une albuminurique, cinq syphilitiques, une tuberculose pulmonaire aiguë) les enfants à terme ou très près du terme, au nombre de cinq (alcoolisme, une albuminurique, une tuberculose pulmonaire aiguë, une intoxication saturnine, une syphilitique).

Sur tous ces maxillaires, les coupes ont porté sur les différents points de chaque branche, intéressant toute l'étendue de la branche, et par conséquent, aussi bien les follicules des incisives que ceux des grosses dents, les follicules des dents de lait que ceux des dents de sept ans. Dans les dessins comme dans les photographies, étant donnés les détails histologiques qui étaient nécessaires, je n'ai figuré que la coupe de l'une de ces dents (une par observation) ; ces dents sont, tantôt la dent de lait, tantôt la dent de sept ans ; chaque reproduction désigne le genre de follicule. J'ai, dans chaque observation, pris la dent qui, parmi toutes les autres, me paraissait présenter les lésions *maxima* et qui était en quelque sorte la caractéristique de l'état général.

Il va sans dire que toutes les dents, dans tous les faits examinés, ne présentaient pas toutes des lésions, mais, dans *seize* observations sur dix-huit, il y avait toujours deux ou trois dents au moins de touchées, soit dans les odontoblastes, la dentine, l'émail ou les adamantoblastes (améloblastes).

Dans deux faits seulement, ceux qui concernent les produits des deux tuberculeuses pulmonaires aiguës, je n'ai rien trouvé ; or, ces enfants étaient à terme ou près du terme. Ceci ne veut pas dire que plus tard, si ces enfants prédisposés à la tuberculose dans une modalité quelconque, avaient survécu, s'ils avaient été alimentés d'une façon défectueuse, ces enfants, dis-je, n'eussent pas eu des dents altérées macroscopiquement ou microscopiquement ; mais, à leur naissance il est certain que la maladie

profonde de leur mère n'avait pas influé sur le développement des follicules dentaires d'une façon quelconque.

Je résumerai en quelques mots, à la fin, à propos de chaque reproduction de coupe, l'observation de chacun de ces cas.

Quelles sont, avant tout, les diverses lésions constatées, sans tenir compte de la cause occasionnelle ?.

Lésions des follicules. — Les altérations sont de siège, d'intensité et de nombre absolument variables.

Elles sont situées, non seulement pour les observations diverses, mais pour les dents d'une même observation, à des endroits variables. Tantôt en effet, elles touchent la dentine, tantôt l'émail, tantôt les adamantoblastes.

1° *Odontoblastes.* — Il est toutefois une remarque très importante, c'est que, dans aucun cas, même avec de forts grossissements (Nachet, ocul. 2, obj. 5) nous n'avons observé de lésions des odontoblastes.

Ces cellules ont le même aspect, les mêmes dimensions et la même ordonnance que dans les follicules normaux. Les plus grosses, les plus allongées, bien et régulièrement orientées, sont au voisinage de la dentine nouvelle qu'elles contribuent à former, tandis que les autres sont placées sans ordre apparent les unes à côté des autres. Les noyaux de toutes se colorent très vivement, tandis que le protoplasma se teinte de façon bien moins accentuée, mais très nette cependant.

Donc, dans quelque cas que ce soit, avec ou sans lésions, odontoblastes normaux.

2° *Dentine.* — Au contraire, la dentine montre des lésions de toutes sortes, d'intensité variable, souvent différentes suivant les maxillaires envisagés et aussi les dents d'un même sujet. Elles consistent en la présence soit de crénelures, de globules dentinaires très abondants, de lacunes, de striations irrégulières avec ou sans globules, d'un état prismatique spécial.

Ce sont les lésions que nous avons rencontrées le plus abondamment.

3° *Crénelures.* — Ces crénelures sont, en général, situées en deux places différentes, soit (a), en plein corps de la dentine, en général plus rapprochées de la surface externe que de l'interne (union du tiers externe avec le tiers moyen) ; soit (b) à l'union de la dentine et de l'émail.

Toutes ces crénelures sont irrégulières de dimensions, tantôt profondes, tantôt peu marquées et d'épaisseur variable ; le plus souvent, elles sont continues et sont surtout fréquentes et accentuées sur les bords de la dentine, intéressant moins souvent le sommet que les côtés (1).

(1) Il est bien entendu que les coupes que nous avons examinées, dont nous avons reproduit quelques-unes et dont nous avons tiré nos conclusions, n'ont porté que sur des dents chez lesquelles le minimum de développement comportait déjà un capuchon considérable d'émail (ce sont les moins nombreuses), et dont la plus grande partie avait déjà son émail et sa dentine à l'état de perfection presque complet. Enfin, nous avons pris ces dents aussi bien parmi les dents de lait que parmi les dents de sept ans, dont la calcification était commencée — premières molaires — voulant réfuter l'objection que l'on pourrait faire de lésions existant sur la première dentition et pouvant ne plus exister sur la seconde.

Celles qui siègent en pleine dentine sont le plus souvent sur une seule ligne, d'épaisseur assez considérable, en tous cas, plus accentuée que les autres, celles qui sont à la limite de l'émail sont très fréquemment comme dédoublées en plusieurs lignes.

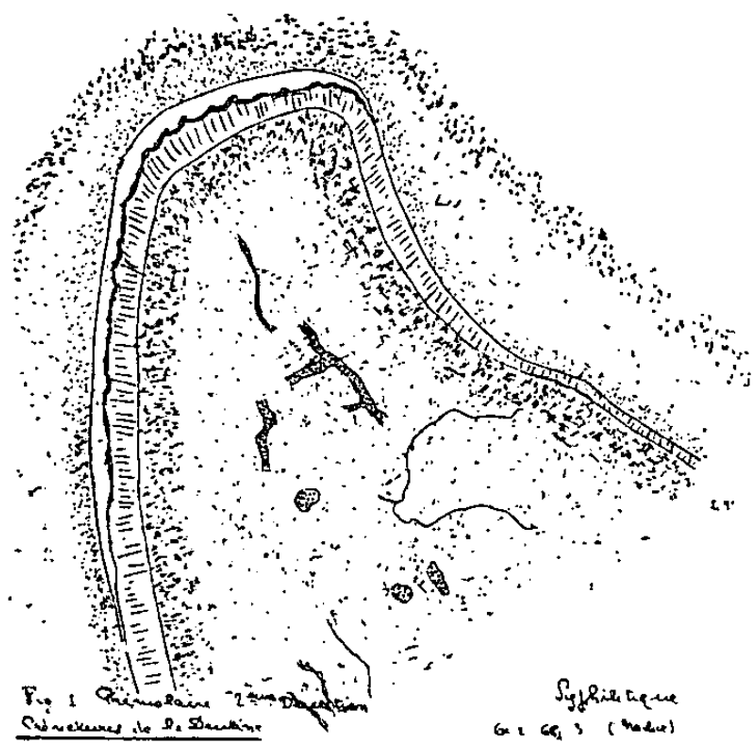


FIG. 1.

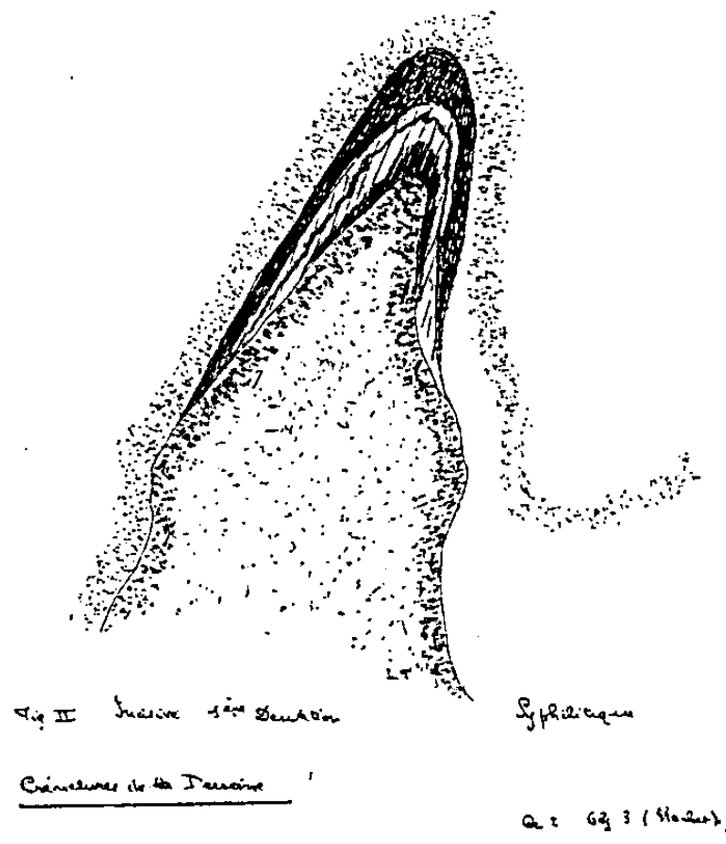


FIG. 2.

(Les coupes de ces dents ayant été incluses au collodion, après préparations très lentes et minutieuses, il est impossible d'invoquer ici une cuisson de la pièce comme pour certaines préparations à la paraffine, ou une rétraction violente comme dans les pièces brutalement fixées.)

4° *Striations.* — Sur l'une des pièces (prémolaires, première dentition, *fig. 2)* nous avons trouvé, dans toute la dentine, de profondes striations transversales occupant toute la largeur de la dentine et espacées de façon très irrégulière les unes des autres, sans mode défini de groupement. A l'examen, elles sont profondes, donnant l'impression d'une forte empreinte dans le tissu environnant et sont plus colorées que tout le reste de la dentine, mais aucune d'elles n'intéresse la face interne ni la face externe de la dentine ; celle-ci ne porte, en effet, aucune éraillure, aucune crénelure sur aucune de ses faces.

Examinées à un faible grossissement, ces striations paraissent n'intéresser que la dentine, mais, à un fort grossissement, elles se continuent d'une façon indubitable sur l'émail ; elles y sont moins profondes et leur coloration est moins accentuée, mais elles sont la suite bien nette des striations dentinaires.

De plus, à ce même grossissemenl, on aperçoit, à leur niveau, de légères surélévations de la face externe de l'émail dont les parties intercalaires semblent former, par suite, une série d'encoches de diverses grandeurs et de profondeur variable.

Il est certain que l'on peut, dans ce cas, très bien admettre que la dent, une fois hors du sac dentaire, présente sur l'émail une série de stries plus ou moins profondes, irrégulières, siégeant sur toute la hauteur de l'émail. Il est, en effet, de toute évidence que des altérations aussi marquées dans la dentine comme dans le corps de l'émail ne sont pas des lésions passagères et sont assez accentuées pour persister une fois l'éruption effectuée, sous forme d'encoches, de crénelures, de striations, d'aspect, de formes et de profondeur variables.

5° *Globules dentinaires.* — Il est une altération que nous avons rencontrée assez souvent : ce sont les globules dentinaires *(fig. 3, 4, 6, etc)*.

Ils sont de dimensions et de quantité très variables et se groupent, en général, de deux façons : soit à la face de la dentine qui touche les odontoblastes, soit en plein milieu de la dentine elle-même.

Il est rare, du reste, qu'ils soient la seule lésion de la dent examinée. Le plus souvent, ils existent avec des crénelures de la dentine, soit crénelure superficielle, soit crénelure profonde. Lorsqu'ils sont au voisinage des odontoblastes. ils font presque toujours saillie au milieu de ceux-ci. Quand

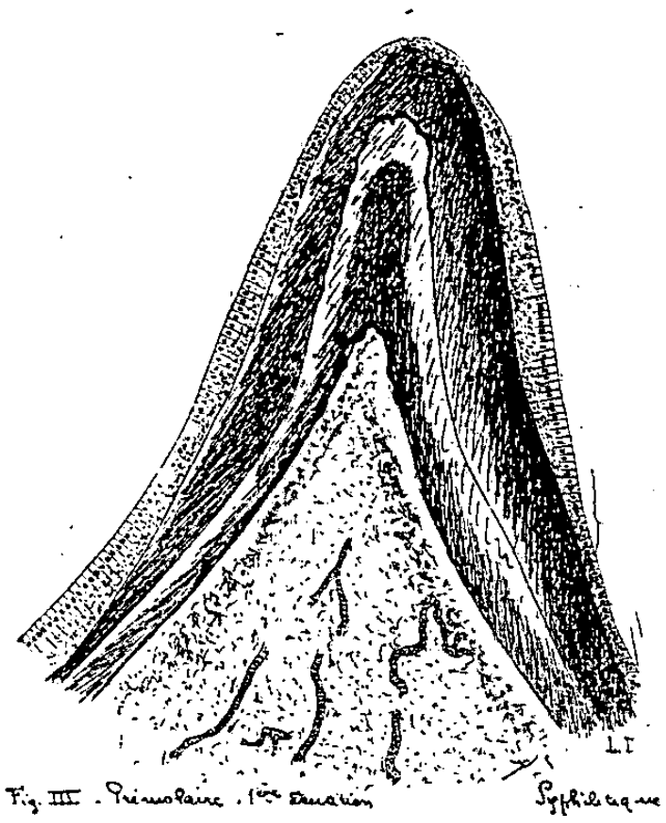


FIG. 3.

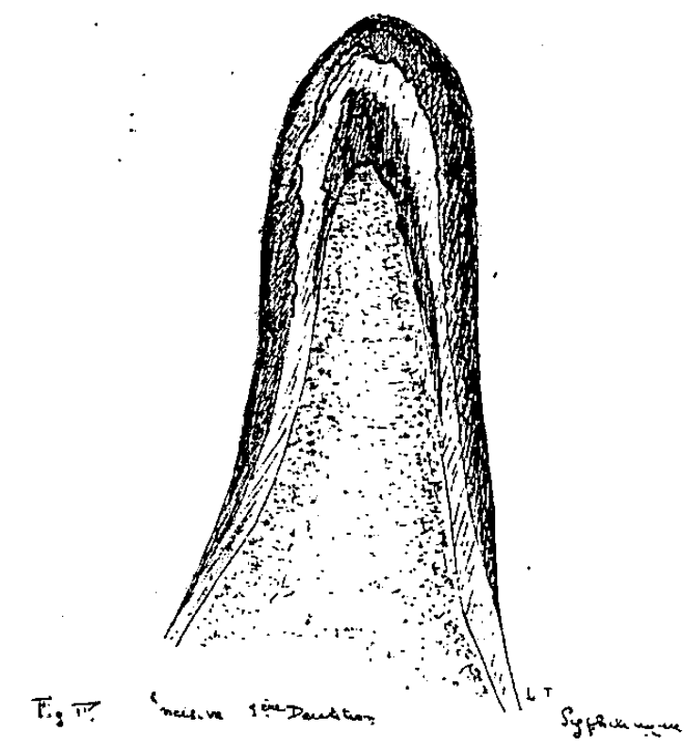


FIG. 4.

ils sont en pleine dentine, ils siègent, dans la plupart des cas, dans le tiers inférieur, c'est-à-dire dans la zone néoformée de l'ivoire, assez rapprochés encore des odontoblastes. Le plus habituellement enfin, on les trouve à la fois au bord et dans la zone précitée de la dentine.

Enfin, sur l'une des préparations (prémolaire, deuxième dentition) nous en avons trouvé de très nombreux, situés dans la couche la plus profonde de l'ivoire, en même temps que celui-ci présentait, au milieu et autour

d'une bande très colorée, de nombreuses striations, et pendant que la couche la plus externe de la dentine disparaissait presque sous un réseau serré de striations formant de véritables mailles.



Fig. 5.

A un grossissement très élevé, on s'aperçoit que ces globules sont de véritables épaississements du même tissu que la dentine qui les environne, qui semble avoir à ces endroits deux ou trois fois l'épaisseur normale; il s'agit là de sortes de véritables nœuds tels que l'on en rencontre dans la

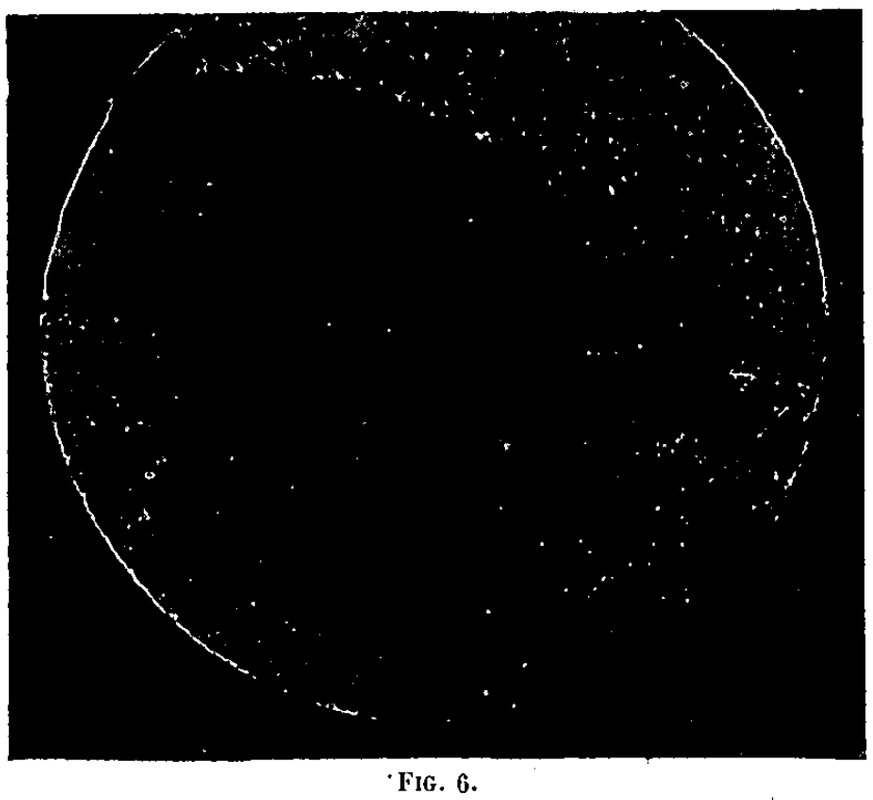


Fig. 6.

texture du bois à l'endroit de la naissance des branches, ce sont là, dans ces tissus, des lieux de moindre résistance à tous les points de vue.

6° *Lacunes dentinaires*. — Sur plusieurs pièces de la même série, en

même temps que des stries de l'ivoire et des globules dentinaires, nous avons trouvé au sommet de la dentine une sorte de tissu lacunaire non prismatique d'aspect plutôt kystique. Il semble qu'à cet endroit, au contact même de l'émail, le tissu de l'ivoire se soit comme infiltré, comme laissé distendre ; la masse de la dentine est presque en voie de désagrégation.

Il est impossible, même à un très fort grossissement, de distinguer, de façon plus précise, cet aspect particulier. Il ne s'agit pas là de prismes de l'émail qui aurait été déplacé par la section du rasoir, il s'agit bien plutôt d'une altération véritable de la dentine dont la valeur et la genèse sont difficiles à déterminer.

Sur deux autres préparations d'un maxillaire (incisive, première dentition, *fig. 7)* l'aspect de la dentine était très particulier. Alors qu'un tiers de

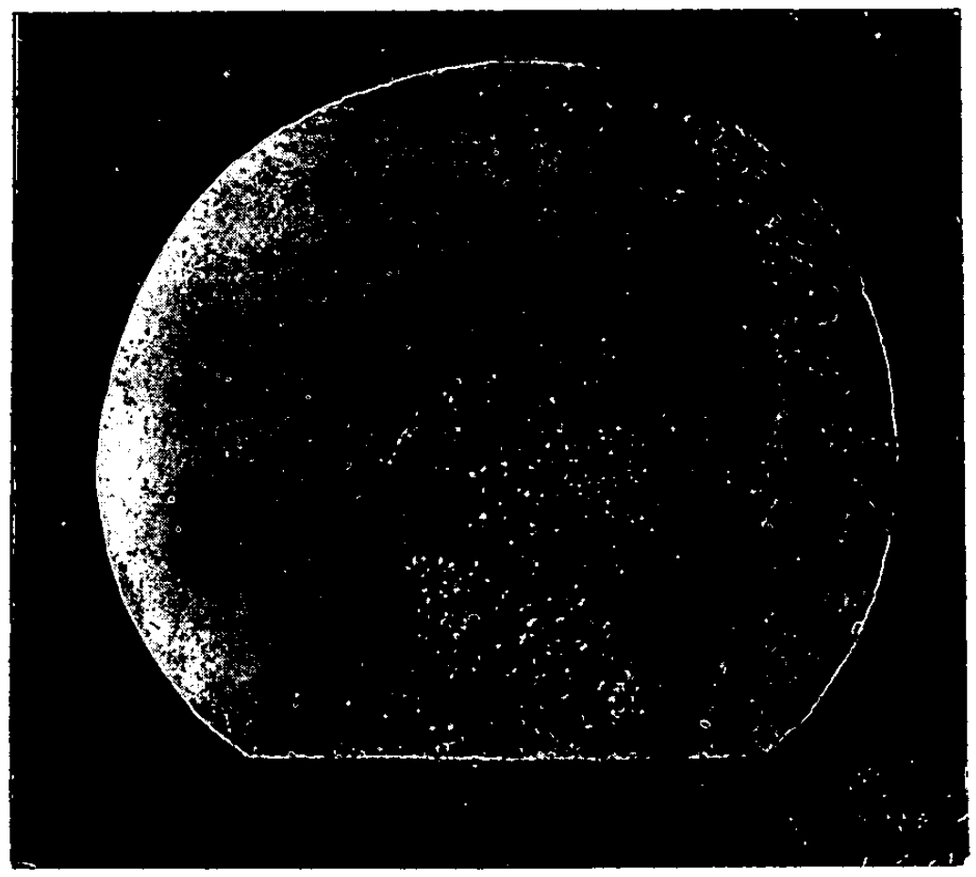


FIG. 7.

cette substance semblait normal, tout le reste offrait un aspect prismatique très net. Le plus grand nombre de ces prismes étaient octogonaux, les autres présentaient quatre, cinq ou six faces. La majorité était à peu près de même taille, sauf vers les bords où les figures géométriques tendaient à s'aplatir et à se rapetisser.

En un mot, la dent dans sa plus grande part, présentait une véritable structure aréolaire donnant l'impression d'une sorte de rayon de miel.

Il va sans dire que dans un tel état de la dentine, malgré l'intégrité apparente de l'émail, malgré la présence d'une petite quantité d'ivoire sain, la dent est vouée soit à un arrêt de développement, soit à un vice

plus complet dans ce développement et, de plus, à une destruction inévitable, soit par extension de la lésion même, soit par un traumatisme, si léger soit-il.

Une lésion nous a frappé, à l'état très développé sur deux maxillaires différents; chez tous deux la dentine montre, sur la plus grande partie de son étendue, une sorte *de réseau à mailles irrégulières*, n'ayant aucun caractère prismatique, mais cependant d'une netteté absolue. Ce réseau dont les mailles sont beaucoup plus foncées que le reste de l'ivoire, ne semble pas superficiel, mais pénétrer assez profondément dans le tissu même de la substance. Il est, nous le répétons, d'une irrégularité extrême, ressemblant à une sorte de filet qui serait étendu soit en nappe discontinue, soit par places sur la dentine. Entre lui, on voit les fibres dentinaires à peu près régulières.

Sur l'une des pièces (prémolaire, première dentition, *fig. 8)*, ce réseau couvre les deux tiers externes de la dentine, arrivant, d'un côté, au contact direct de l'ivoire, de l'autre, au tiers interne de la dentine néoformée qui, ici, contrairement à ce qui existe normalement, est très colorée et non plus claire comme tout le reste. Sur l'autre (première molaire, deuxième dentition, *fig. 9)* ce réseau ne s'étend qu'au sommet de la dentine, ayant là l'aspect un peu lacunaire de la pièce citée au chapitre précédent, mais en dehors de nombreux globules dentinaires profondément situés; à l'union du tiers externe et du tiers moyen existe une zone dentinaire très colorée d'où partent des sortes d'arborisations, également colorées, qui strient de façon désordonnée et inégale la dentine d'aspect sain et qui restent visibles en s'accentuant encore quetque soit l'objectif avec lequel on les examine. Bref, il existe là un aspect tout particulier de l'ivoire, indiscutable, qui n'est imputable à aucun vice de préparation ni de coloration, et qui doit, à notre avis, représenter un trouble dans la nutrition ou la formation de l'ivoire, sans qu'il semble possible d'en tirer une autre déduction que celle d'une dent dont la vitalité et le développement seront au plus haut point sujets à caution.

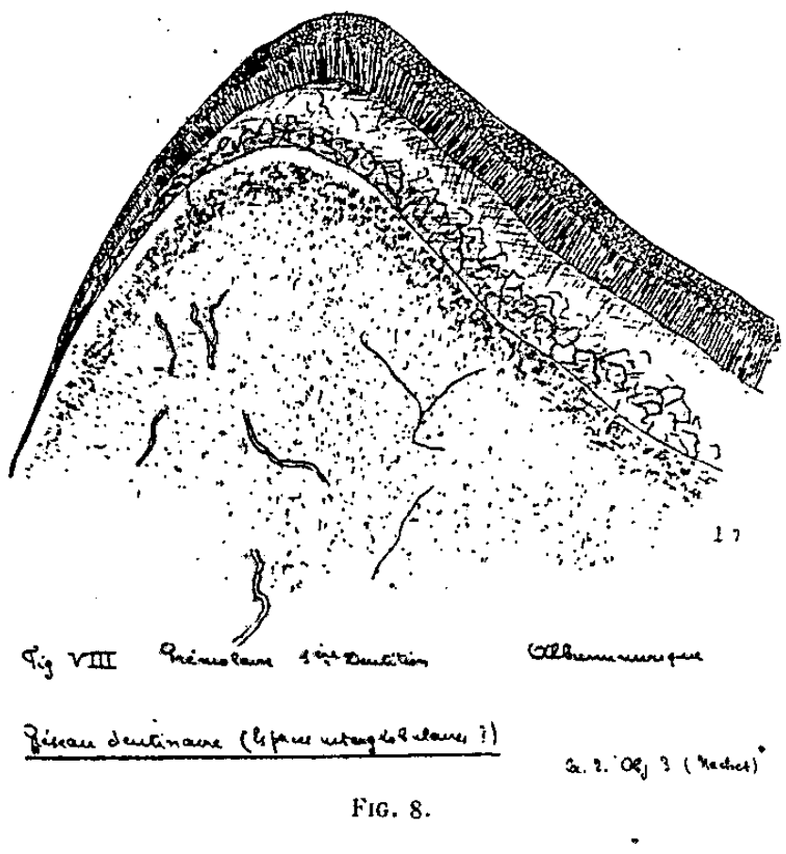


FIG. 8.

1° *Émail et adamantoblastes; non-différenciation des adamantoblastes.*

— L'une des coupes, sur une dent de fœtus de huit mois et demi (incisive, *fig. 10.)*, montre l'aspect suivant : La dentine est à peine esquissée et ne se

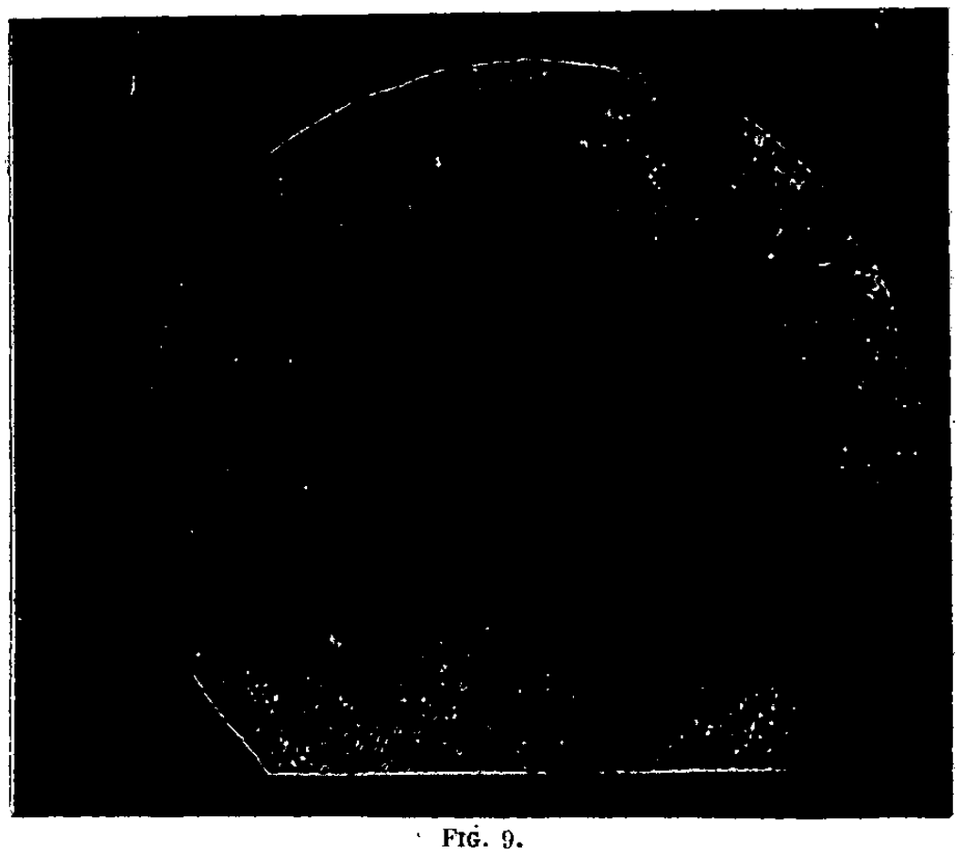


FIG. 9.

montre pas sous l'apparence d'une masse compacte, l'intervalle qui sépare les odontoblastes des adamantoblastes est à peine teinté par le colorant (hématoxyline), mais la régularité de cet espace, bien que l'œil n'y puisse

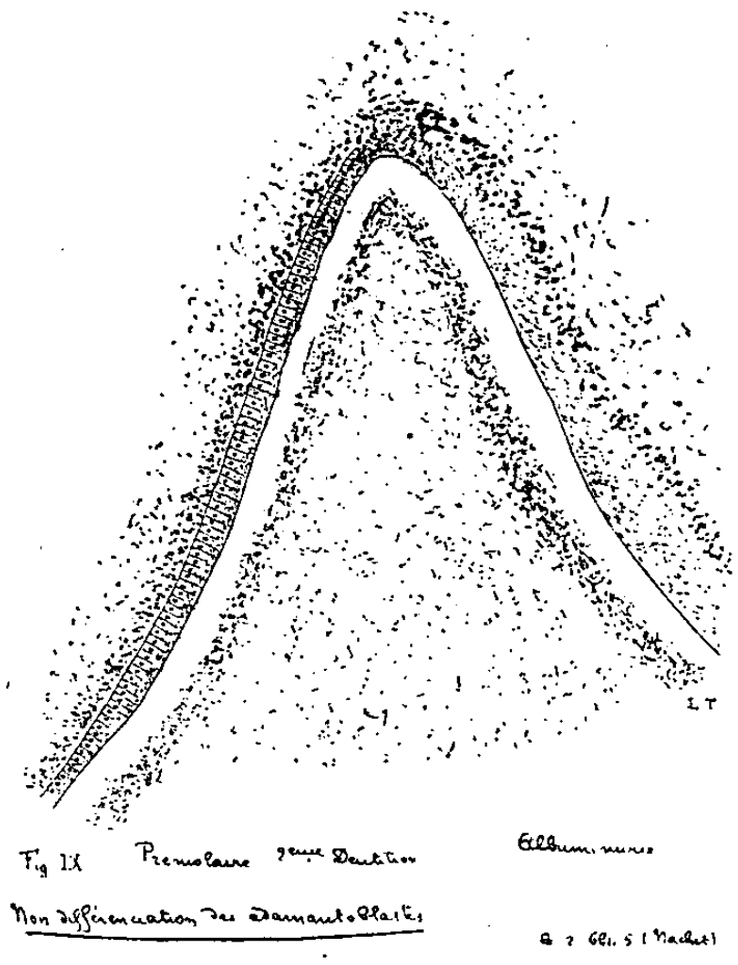


FIG. 10.

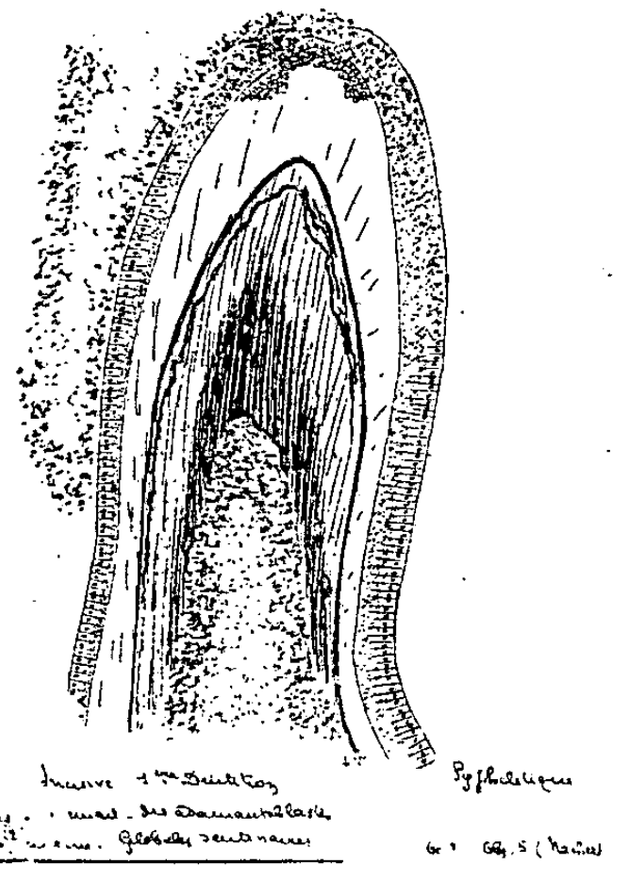


FIG. 11.

guère distinguer d'épaississement, prouve qu'il est occupé par un tissu très léger, très mince qui ne peut guère appartenir qu'à une formation denti-

naire tout à fait à son début. Mais, et c'est là le point sur lequel nous voulons insister, et qui s'est présenté dans un certain nombre d'observations, tandis que, sur tout un côté de la dent, les adamantoblastes sont parfaits, réguliers, à cellules bien alignées, avec leur noyau basal très net et leur extrémité opposée bien séparée, sur la face opposée et surtout au sommet, il n'existe plus d'extrémité libre de la cellule bien nette ; on aperçoit avec peine, les noyaux des cellules très diminués de volume, aplatis, tandis que le corps cellulaire même est réduit à presque rien, se fusionnant avec tous les autres pour former entre l'émail et les noyaux des adamantoblastes, une couche amorphe dans laquelle on aperçoit de nombreux petits débris ressemblant un peu à des fragments de noyaux disséminés sans ordre.

2° *Émail pseudo-kystique et globules d'émail.* — Dans deux des observations suivantes (incisive première dentition, *fig. 11*) nous trouvons les aspects que voici. Dans la première, au lieu de voir, ce qui est fréquent à la face externe de l'émail, une légère couche de prismes réguliers qui ne sont autre chose que l'émail, vu non plus en coupe longitudinale mais oblique et à tendance perpendiculaire, il existe, au sommet, seulement une zone de lacunes irrégulières sans forme spéciale. Là, comme dans la dentine de cette même coupe, le tissu est comme infiltré, œdématié, distendu. Cet aspect répond certainement à un vice de formation de l'émail dû aux adamantoblastes, car, à cet endroit, la couche des cellules formatrices n'est plus aplatie comme souvent, mais, au contraire, épaissie, boursouflée. Elle n'est plus formée d'adamantoblastes réduits à leurs noyaux, mais d'un véritable feutrage informe où se distinguent de nombreux points plus colorés auxquels il est difficile de donner une signification. Cette sorte de fonte des cellules existe non seulement au sommet, mais aussi sur les côtés sur une assez longue étendue. Il s'agit là d'une véritable lésion formatrice susceptible d'entrainer un vice de développement de l'émail et surtout un état défectueux de cette substance et par conséquent, une usure et une destruction précoces et rapides.

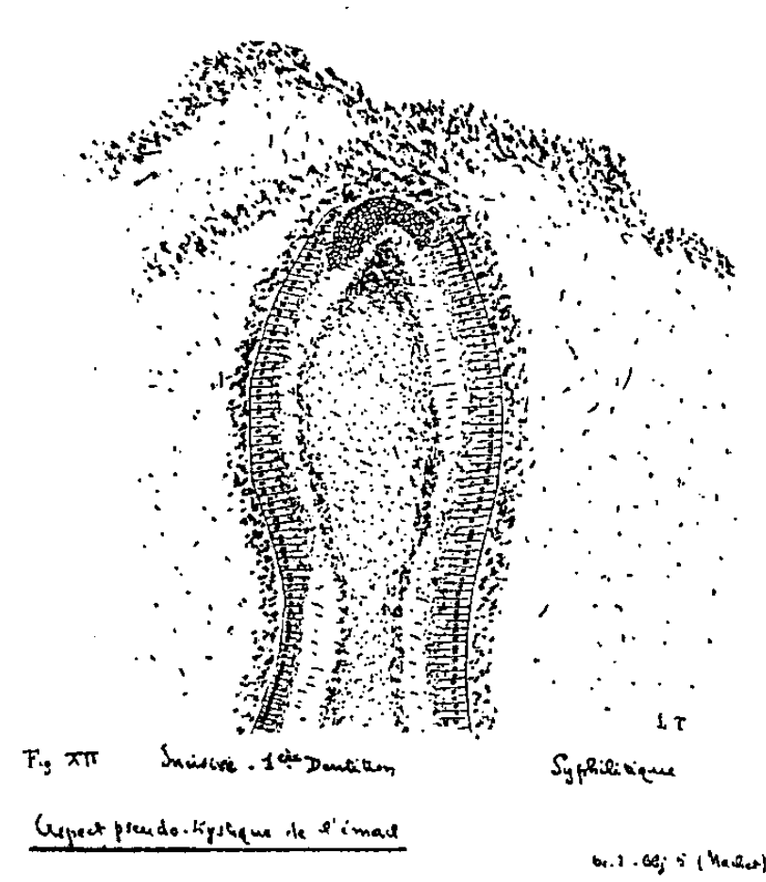


FIG. 12.

Dans le second cas (incisive, première dentition, *fig. 12)*, la lésion est

moindre, mais l'aspect pseudo-kystique est très net d'un côté, et tandis qu'en face il existe des prismes de l'émail presque réguliers, le sommet de la dent est indemné. Les lésions des adamantoblastes sont très minimes.

Dans une troisième pièce (canine, deuxième dentition, *fig. 13)* l'émail montre sur l'un des côtés, de nombreux prismes réguliers ou à peu près, très différents de l'état pseudo-kystique ou lacunaire que font voir les précédentes. Mais, par contre, il présente un certain nombre de globules analogues à ceux déjà observés dans la dentine. Ces globules sont surtout situés au niveau de la face externe et interne de l'émail et, à un fort grossissement, paraissent comme les globules de l'ivoire, de même tissu que l'émail, ayant la forme d'un véritable épaississement de cette substance et non d'un véritable tissu anormal ou de corps étranger.

Enfin, sur une dent de l'observation, concernant une incisive (première

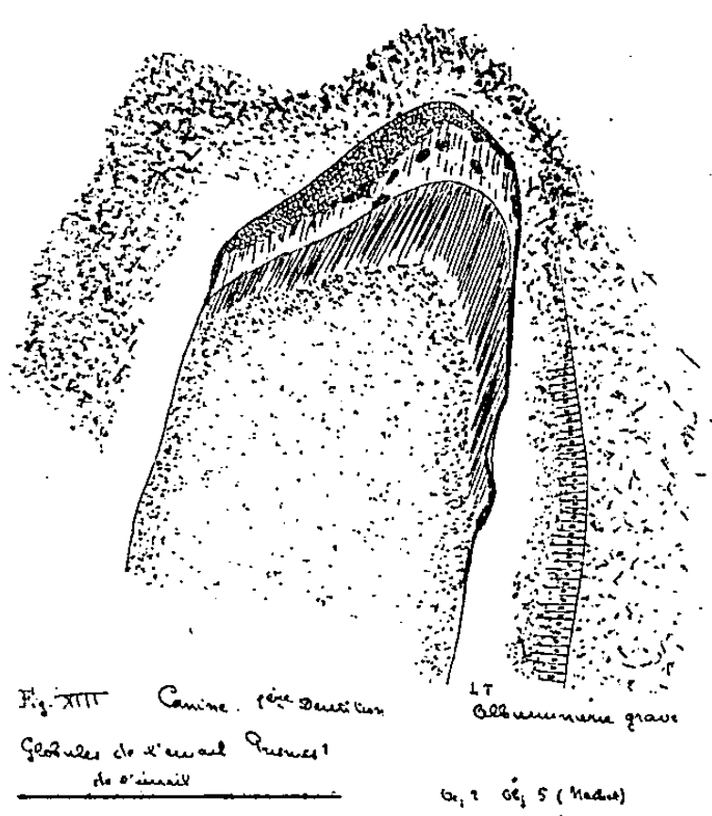


FIG. 13.

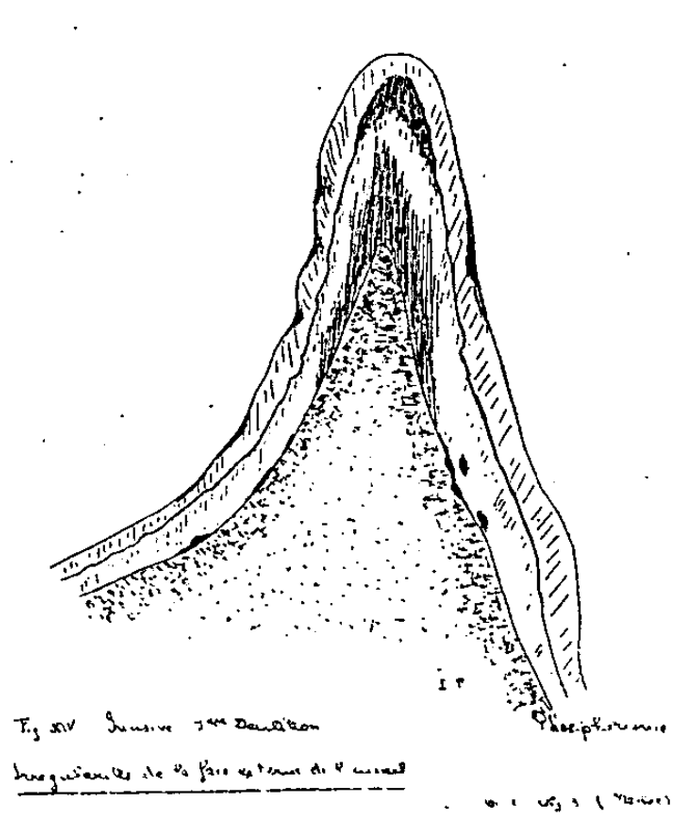


FIG. 14.

dentition, *fig. 14)*, nous avons trouvé de profondes encoches de l'émail. Ces encoches sont irrégulières, de profondeur et de forme variables, mais l'inspection seule montre qu'elles seront persistantes la dent une fois au jour.

Examiné avec un objectif plus fort, l'émail est de texture régulière, sans globules et sans striations intérieures, mais la dentine, par contre, présente, à son union avec l'émail, une grande quantité de ces petites crénelures que nous avons déjà décrites dans d'autres observations. La dent, envisagée ici, est une incisive de première dentition dont le développement est à peu près achevé et dont les lésions, ainsi que nous le disions, seront sans doute indélébiles.

Nature des intoxications causales. — Voici maintenant à quelles observations correspondent les lésions observées.

Mais, avant toute chose, et le point important est là tout entier, nous devons répéter que nous n'avons pas trouvé que cette lésion unique dans chacun des cas et sur une seule des dents de chaque sujet.

En effet, si telle lésion un peu spéciale a été trouvée dans tel cas d'infection conceptionnelle, nous ne l'avons pas trouvée que sur une dent de ce sujet, mais sur plusieurs dents de ce même maxillaire ; car, parmi les nombreuses coupes que nous avons examinées, nous n'avons reproduit que la plus typique, et cette coupe la plus significative, la plus démonstrative, nous l'avons choisie aussi bien parmi les dents de la première dentition que parmi celles de la seconde (c'est-à-dire que les lésions peuvent siéger aussi bien sur l'une que sur l'autre de ces deux formations)..

Enfin et surtout, si nous avons trouvé telle lésion particulière dans telle observation, nous ne l'avons pas, et c'est là le point capital, trouvée seule ; c'est-à-dire que sur d'autres dents du même sujet, nous avons constaté aussi d'autres lésions très différentes : c'est-à-dire que nous ne nous croyons pas autorisé à écrire que telle lésion trouvée sera la lésion qui caractérisera la maladie causale, la maladie infectieuse conceptionnelle.

Du reste, nous avons observé quelquefois des lésions dentaires semblables chez des sujets bien différents et infectés de façon diverse ; le tableau suivant en donnera l'idée exacte et complète :

Sur dix-huit observations :

Deux cas où les follicules dentaires ne présentaient *aucune lésion :*
TUBERCULOSE PULMONAIRE AIGUE.
Crénelures de la dentine et globules dentinaires.
Striations dentinaires.
Cinq cas : SYPHILIS PRÉCONCEPTIONNELLE, D'INTENSITÉ, D'ESPÈCE ET DE DATE VARIABLES.
Globules dentinaires.
Deux cas : INTOXICATION SATURNINE.
ÉCLAMPSIE.
Irrégularités, encoches de l'émail.
Un cas : INTOXICATION PHOSPHORÉE.
Lacunes dentinaires.
Un cas : ÉCLAMPSIE.
Dentine aréolaire.
Un cas : SYPHILIS.
Dentine avec réseau dentinaire et globules.
Deux cas : ALBUMINURIE GRAVE.
GRANULIE AIGUE.
Lésion des adamantoblastes.
Un cas : ALCOOLISME AIGU.
Émail pseudo-kystique.
Trois cas : Deux cas de SYPHILIS.
Un cas d'ALBUMINURIE.

Par cette liste, il est facile de voir que si la syphilis semble devoir donner

plutôt des lésions de la dentine et être la source la plus fréquente des lésions en général, c'est qu'elle domine malheureusement de très haut l'anatomie pathologique, obstétricale, conceptionnelle. C'est, en effet, on le sait, la cause maxima de l'avortement et de l'accouchement prématuré; ici, tous les cas de syphilis concernent des fœtus avant terme.

Mais elle ne donne pas la lésion toujours uniforme, puisqu'elle crée, aussi des lésions de l'émail et puisqu'aussi nous les avons trouvées, ces lésions associées à d'autres toutes différentes. Et parmi les autres troubles constatés, on voit s'associer, d'une façon un peu désordonnée, l'intoxication saturnine et l'éclampsie, l'albuminurie grave et la granulie aiguë par exemple.

CONCLUSIONS

Ces différentes formes de lésions, ces associations causales dans les maladies du follicule, prouvent une chose capitale, c'est qu'avant tout, la cause qui domine la lésion (dentine, émail ou adamantoblastes) est l'intoxication de l'enfant par la mère.

Que cette intoxication soit la syphilis (sous quelque intensité ou forme que ce soit), l'albuminurie, le phosphorisme, etc., la vraie raison est l'intoxication de la mère par un poison : poison aigu, lent, chronique, ancien ou nouveau; la lésion sera d'autant plus profonde, d'autant plus variable, qu'elle sera intense. Et nous sommes persuadé qu'en présence d'une dent ainsi atteinte, ayant l'une ou l'autre ou plusieurs des lésions que nous avons décrites, il n'est pas possible, à moins d'en connaître la véritable cause toxique, de dire : cette dent dépend de telle ou telle maladie causale; et si peut-être, en clinique, la dent une fois sortie, on a pu décrire hérédo-syphilitique, une dent d'Hutchinson, il n'est pas possible dans les cas où nous nous sommes placé, de dire : cette dent est une dent d'hérédo-syphilitique, d'intoxiqué par la tuberculose, par le plomb, par l'alcool; on ne peut affirmer, on ne peut que dire : c'est une dent d'intoxiqué conceptionnel.

Enfin, si l'on admet que ces lésions persistent telles quelles, ou *a fortiori* se manifestent plus accentuées, l'enfant vivant, soit à la première, soit à la seconde dentition, il n'est pas toujours cliniquement possible, devant des accidents tels que : érosions, cannelures, fissures, caries précoces, déformations ou malformations, etc., de les attribuer toujours aux grandes causes que l'on a souvent invoquées : hérédo-syphilis, vices d'alimentation, rachitisme, etc. Il faudra penser aussi à l'intoxication maternelle, à l'intoxication de l'enfant *in utero*, et la conclusion la plus pratique, la plus grossière, mais la plus fréquente, sera donc la même en clinique qu'en anatomie pathologique: *Lésions des dents par intoxication.*

M. A. BARDEN
Professeur à l'École de Chirurgie Dentaire de France.

L'ANGINE D'ORIGINE DENTAIRE

— 5 août —

Nous avons l'intention d'étudier seulement (1), dans le présent travail, l'angine *réflexe* d'origine dentaire.

Cette variété d'angine n'est autre chose que la répercussion au pharynx d'une irritation partie de la région gingivo-dentaire. Au point de vue symptomatique, elle ne diffère en rien des autres angines érythémateuses. C'est-à-dire qu'elle peut ne provoquer simplement que de la rougeur, angine *érythémateuse* proprement dite, ou s'accompagner d'un exsudat glandulaire, angine *catarrhale,* ou même déterminer de la desquamation épithéliale, angine *pultacée*. Cependant, il est un point qui, dans l'étude de l'angine dentaire, et bien qu'il ne soit pas particulier à cette variété d'angine, mérite de retenir l'attention, d'une part, parce qu'il est *extrêmement important* et, d'autre part, parce qu'il est *généralement ignoré*. Si l'on parcourt, en effet, une étude moderne quelconque sur l'angine, on peut y lire que toutes les angines, quel que doive être leur type définitif, débutent par une phase congestive de la muqueuse du pharynx à laquelle peut succéder la paralysie des muscles sous-jacents. Cette proposition qui semble inattaquable au premier abord, parce qu'elle vérifie la loi de Stokes, est loin d'être rigoureusement exacte. M. le docteur L. Jacquet (2) a, en effet, montré nettement que, dans l'angine *banale*, la phase de congestion de la muqueuse n'était pas la première, mais qu'elle était, au contraire, précédée par une phase caractérisant l'atteinte du plan musculo-fibreux. En d'autres termes, l'angine est *primitivement* un phénomène *musculeux*, profond, et *secondairement* un phénomène *muqueux*, superficiel, caractérisé par la rougeur, l'œdème, l'exsudat. Dans le premier stade de la maladie, alors que seul est atteint le plan musculaire profond, la *douleur seule* attire l'attention. L'examen de l'arrière-gorge *ne montre absolument rien :* pas de rougeur, la muqueuse conserve sa teinte rosée habituelle et les amygdales ne sont pas augmentées de volume. Cette phase dure de vingt-quatre heures à quatre jours (3). Elle peut constituer à elle seule *toute l'angine,*

(1) Nous laissons de côté, comme n'entrant pas, bien entendu, dans le cadre de notre sujet, les angines dues à la propagation *directe* d'une infection bucco-dentaire à l'amygdale et au pharynx, angines bien connues, signalées par tous les auteurs, et dont l'étude ne présente aucun point particulièrement intéressant à mettre en lumière.

(2) L. Jacquet : *a) Rhumatisme musculaire blennorrhagique; angine musculaire rhumatismale, in Bull. Soc. méd. Hôp.*, p. 739, 1897. — *b) Sur l'angine dentaire, in Bull. Soc. Int.*, p. 110, 1905.

(3) E. Lebar : *Hémi-angine droite, avec hémi-hyperesthésie systématisée droite en rapport avec l'éruption de la dent de sagesse droite.*

c'est-à-dire n'être pas suivie de l'inflammation de la muqueuse. C'est même ce qui explique que la phase primitive de l'angine soit passée inaperçue aux yeux de la plupart des observateurs, qui n'attachaient aucune importance à la dysphagie que signalaient les malades, parce qu'ils n'en trouvaient pas dans le pharynx la raison objective, tangible. *Or, c'est précisément à cette phase initiale que se réduit souvent l'angine dentaire.* Et on comprend qu'il en soit ainsi si l'on songe au caractère aigu des attaques dentaires : poussées d'éruption, crises de pulpites, crises d'arthrites alvéolo-dentaires. Atteintes très aiguës mais brèves auxquelles ne sauraient logiquement correspondre que des réactions, brèves elles aussi. C'est seulement quand les irritations dentaires persistent que l'angine primitivement musculeuse et invisible a le temps d'atteindre la muqueuse et de révéler ainsi son existence objectivement. D'ailleurs *Chomel* (1) a décrit une forme d'angine qui, par sa localisation principale à la couche musculeuse du pharynx, montre l'importance de l'atteinte de celle-ci « variété d'angine spéciale où l'inflammation catarrhale aiguë est rudimentaire, peu accentuée, où ce sont les douleurs dans les muscles du pharynx qui dominent la scène, s'accompagnant de raideurs de la nuque, de torticolis, de lumbago et de névralgies variées (2). »

L'observation de ces cas où la dysphagie apparaît sans lésion de la muqueuse, — constituant à elle seule toute la maladie ou suivie à plus ou moins rapide échéance, d'infection de la muqueuse, — montre qu'il s'agit là « d'un trouble fonctionnel frappant *par l'intermédiaire du système nerveux*, les plans musculaires de l'isthme et de l'amygdale (3) » et sont bien faits pour faire naître l'idée d'une origine réflexe de l'angine. Mais d'autres raisons plaident en faveur de l'existence de l'angine réflexe, en particulier de l'angine réflexe d'origine dentaire. Nous allons les examiner successivement en les appuyant sur les observations d'angines connues ou inédites qui nous ont paru les plus démonstratives.

Les preuves de l'existence de l'angine réflexe d'origine dentaire peuvent se diviser :

1° Preuves chronologiques;
2° — topographiques;
3° — sympathiques;
4° — étiologiques;
5° — expérimentales;
6° — thérapeutiques;

auxquelles, on le conçoit, quand on connait l'innervation de la région, on peut ajouter des preuves anatomiques.

(1) CHOMEL : *La Dyspepsie.*

(2) G. ROQUE : *Angine catarrhale aiguë* in *Maladies de la Bouche, du Pharynx et de l'Œsophage,* par Roque et Gaillard du *Traité de Méd. et de Ther.*, de Brouardel et Gilbert, tome XV, page 99.

(3) L. JACQUET : *Angine, pelade et névralgie occipitale.*

I. — Preuves chronologiques.

En se livrant à un interrogatoire minutieux des malades habitués quelque peu à s'observer et qui ont souffert de crises dentaires, on les voit souvent signaler la coexistence d'angines. Tantôt l'angine a précédé la crise dentaire, tantôt elle lui est contemporaine, tantôt elle lui a succédé. Mais ici, le rapport de *succession* entre les crises dentaires et les crises pharyngées est plus évident encore qu'entre les crises dentaires et la pelade, par exemple. Quand l'angine précède la crise dentaire c'est de quelques heures seulement, quand elle la suit, c'est vingt-quatre à quarante-huit heures après.

Les observations dans lesquelles la crise dentaire est contemporaine de la crise pharyngée, sont les plus nombreuses. Nous donnons à titre d'exemple deux observations dans lesquelles l'angine une fois a précédé, l'autre fois a suivi la crise dentaire.

Observation I. — (Personnelle.) — Huchet, treize ans.

Angine droite. *Periostite aiguë de la dent de six ans inférieure* droite, *fluxion. Ganglions sous-maxillaires engorgés et volumineux à* droite. *Infiltration de la partie inférieure de la joue* droite.

Le 29 juin 1908, M. H... vient consulter pour une volumineuse adénopathie bilatérale. Les ganglions sous-maxillaires sont réunis par une masse de ganglions indurés formant au cou une véritable chaîne continue. Un chirurgien a porté le diagnostic d'abcès froid. L'interrogatoire du malade nous apprend qu'il a eu de nombreuses crises dentaires causées par la carie pénétrante des deux dents de six ans inférieures, atteintes d'arthrite chronique.

Il y a trois semaines, c'est-à-dire vers le 10 mai, poussée aiguë d'arthrite à *droite* au niveau de la dent de six ans. Fluxion, trismus important qui persiste encore quoiqu'à un degré moindre. La crise d'arthrite a été *précédée* d'une angine *droite*, angine très importante avec dysphagie intense, sensation de constriction, très désagréable, dans l'arrière-gorge. Cette angine a précédé de vingt-quatre heures la crise dentaire. *Pendant vingt-quatre heures elle a été seule en scène, le malade ne ressentant encore rien du côté des dents.* Puis la crise de la périostite aiguë est apparue, très vive durant un jour, pendant lequel l'angine s'est maintenue, mais avec moins d'acuité, pour disparaître brusquement le lendemain, alors que s'établissait une fluxion volumineuse et que se produisait une détente générale : grande baisse des douleurs dentaires, chute de la fièvre, qui avait été assez élevée (au dire de la mère de l'enfant) pendant les trois jours qu'avait duré la crise aiguë.

Observation II. — (Personnelle.) — M. Bonn, vingt-cinq ans.

Obturation intempestive d'une dent à la mâchoire inférieure droite. *Réactions sensitives dans le côté droit du pharynx. Adénite génienne* droite.

Vient consulter le 15 juillet 1908 pour arthrite chronique de la dent de six ans inférieure droite. Cette dent, atteinte depuis longtemps de carie pénétrante avec infection de la pulpe, fut obturée intempestivement, sans soins préalables. La dent devint aussitôt sensible à la percussion, mais légèrement, et une adénite génienne (ganglions du groupe permasseterin) s'installa peu à peu, actuellement de la grosseur d'une petite bille. Depuis ce temps, le malade ressent

dans le pharynx, à *droite*, une gêne légère, une sensation de sécheresse, des picotements et une très légère douleur à la déglutition. La nuit, les picotements s'exagèrent et le malade se réveille, éprouvant le besoin de tousser. Ces phénomènes durent depuis un an. Un laryngologiste consulté a déclaré « qu'il n'y avait rien » dans la gorge.

— Nous sommes justement en présence d'un de ces cas d'angine où la muqueuse du pharynx a conservé toute son intégrité et où seul est touché le plan musculo-fibreux. Nous verrons plus loin (Obs. VII *bis*) *qu'à la suite d'une intervention dentaire ces symptômes d'angine se sont aggravés et que sont apparus des phénomènes muqueux, justifiant le bien fondé du diagnostic porté par nous.*

En ce qui concerne les rapports existant entre l'angine et la pathologie bucco-dentaire, il n'est pas sans intérêt de considérer ce qu'on a appelé les époques de l'angine. L'angine est une maladie de l'enfance et une maladie de l'âge adulte de dix-huit à vingt-cinq ans. En tant que maladie de l'enfance, elle coïncide avec les poussées d'éruption des deux grosses molaires et avec la carie pénétrante si fréquente des dents de six ans. En tant que maladie de l'âge adulte, elle apparait de dix-huit à vingt-cinq ans, c'est-à-dire à l'époque de l'éruption de la dent de sagesse, et qui connait les saccades de l'évolution dentaire, s'expliquera aisément les angines à récidives. Tel malade aura eu une série d'angines en rapport avec les poussées successives d'une dent de sagesse et verra ses crises d'angine disparaître à jamais quand l'évolution de cette dent sera entièrement effectuée.

II. — Preuves topographiques.

Quand on étudie les relations pouvant exister entre les crises d'angine et les crises dentaires, on ne manque pas d'être rapidement frappé par ce fait que chaque fois qu'il est possible de rapporter une angine à une cause dentaire bien évidente, l'angine se produit soit du même côté que la lésion dentaire et est alors, comme elle, unilatérale, ou bien survient des deux côtés à la fois, si la lésion dentaire est bilatérale.

On peut en donner de nombreux exemples. Mais nous nous contenterons de citer quelques observations typiques anciennes ou inédites.

Observation III. — (Inédite, due à l'obligeance de M^lle^ Bachelet.) — M. X..., vingt ans.

Évolution douloureuse de la dent de sagesse inférieure droite.
Périostite chronique de six et sept inférieures droites.
Abcès au niveau des racines de six supérieure droite.
Adénopathie sous-maxillaire douloureuse et importante à droite.
Température intra-buccale à maximum droit.
Dysphagie douloureuse et amygdalite droites.
2 mai. — Extraction de six et sept inférieures droites;
Application d'iode sur le capuchon muqueux de la dent de sagesse;
Gargarismes à l'eau oxygénée.

6 mai. — Destruction du capuchon muqueux de la dent de sagesse au galvano-cautère.

10 mai. — Extraction des racines de la dent de six ans supérieure.

12 mai. — *Plus d'amygdalite à droite, plus de dysphagie douloureuse.* Cependant il existe encore une légère rougeur des piliers du voile à droite et une sensibilité minima à la déglutition.

30 mai. — La dent de sagesse a achevé son évolution. La rougeur des piliers du voile n'existe plus et il n'y a plus aucune sensibilité à la déglutition.

La température intra-buccale qui était au début de la crise de 38°,5 du côté de la lésion dentaire et de l'angine et de 36°,5 du côté sain, diminue progressivement au fur et à mesure des interventions dentaires pour arriver à l'équilibre entre les deux côtés le 30 mai où l'on note 36°,5 à droite comme à gauche.

Observation IV. — (Obs. 28 de la thèse de E. Lebar.) — X..., vingt-trois ans, journalier.

Angine herpétique à grande prédominance GAUCHE. *Hémi-hyperesthésie profonde* GAUCHE. *Éruption de la dent de sagesse inférieure* GAUCHE.

... Sur le *voile du palais, à gauche*, au niveau de l'insertion des gencives, on trouve un groupe de vésicules assez volumineuses, nettement arrondies; la muqueuse palatine est rouge. Il y a une vésicule à la partie supérieure du *pilier antérieur gauche. L'amygdale gauche* présente, en plusieurs points, un dépôt pultacé. A droite, la muqueuse ne présente pas de rougeur.

En bas et à gauche, la *dent de sagesse inférieure de ce côté* est en évolution. La muqueuse qui la recouvre est rouge, tuméfiée et présente un bourrelet.

Observation V. — (Obs. 31 de la thèse de Lebar, résumée.) — X..., vingt-et-un ans, infirmier.

Angine pultacée à prédominance DROITE. *Paralysie partielle de la luette. Dent de sagesse* DROITE *en éruption.*

A débuté par sensation de gêne, de corps étranger au fond de la gorge avec un peu de difficulté à avaler. Quelques frissons. Actuellement, douleur vive à la déglutition, plus vive à *droite*. Un peu de raideur des muscles du cou et de la nuque, d'où difficulté et douleur, quand on fait tourner la tête au malade. Le fond de la gorge est rouge et congestionné. A *droite*, rougeur plus diffuse, plus pourprée de la muqueuse, des piliers et de l'amygdale qui n'est pas augmentée de volume. La luette est très longue, immobile, balaye la base de la langue; ne se contracte pas quand on fait dire A au malade. Le reste du voile du palais se contracte parfaitement. Adénopathie *droite* en avant de l'angle du maxillaire, sensible à l'exploration.

La muqueuse qui recouvre la dent de sagesse *droite* est légèrement soulevée sous forme d'un petit mamelon rouge saignant facilement. La pression très légère sur la table interne de l'os à ce niveau est extrêmement sensible : mouvement de retrait brusque du malade.

III. — Preuves sympathiques.

On les trouve d'abord dans ce cortège riche et varié de réactions vasomotrices, thermiques, fluxionnaires, trophiques et sensitives, véritable *syndrome réactionnel* que nous avons vu tant de fois accompagner les irritations dentaires. Cette question des réactions cutanées des irritations gingivo-dentaires est bien connue aujourd'hui. Nous inspirant du remarquable

Essai de M. le Dr L. Jacquet (1), nous avons nous-même consacré une assez longue étude à la vulgarisation de la doctrine de notre maître (2) et par les discussions qu'elle a provoquées nous sommes en mesure d'affirmer qu'elle n'a pas laissé les odontologistes indifférents.

Quoi qu'il en soit, on voit souvent ce syndrome réactionnel, en rapport avec une irritation dentaire, coexister tout entier ou plus ou moins fragmenté en même temps que l'angine banale. Parmi les phénomènes *sensitifs*, on note la névralgie, l'hyperesthésie continue, l'hyperesthésie latente au point d'émergence des troncs nerveux; parmi les réactions *thermiques*, on note généralement l'hyperthermie ; parmi les phénomènes *vasomoteurs*, l'érythrose ; parmi les phénomènes *fluxionnaires*, l'hémi-coryza ; parmi les phénomènes *trophiques*, la dépilation diffuse, la pelade.

S'il est bien démontré, en particulier, que la pelade peut être d'origine dentaire, si, d'autre part, on prend garde à ce fait que, dans un grand nombre d'observations, on voit l'alopécie en aire être précédée d'une crise d'angine, on en arrive vite à cette idée qu'angine et pelade sont deux modalités réactionnelles différentes d'une même irritation, l'irritation dentaire.

Voici d'abord deux observations d'angines dentaires dans lesquelles on voit le syndrome réactionnel dont nous avons parlé apparaître plus ou moins parfaitement.

OBSERVATION VI. — (Inédite, due à l'obligeance de Mlle Bachelet.) — M. P..., cinq ans et demi.

Évolution douloureuse de six inférieures DROITES.

Dysphagie douloureuse à DROITE. *Hyperthermie et érythrose* DROITES.

30 décembre 1907. — La dent de six ans inférieure droite est recouverte d'un capuchon très épais et très enflammé. Hyperthermie. La température buccale du côté droit est de 37°,6, à gauche de 36°,6.

30 janvier 1908. — Des applications de teinture d'iode sur le capuchon muqueux ont été faites régulièrement. Ce capuchon est normal et, à la palpation, on sent très nettement les cuspides de la dent. Plus de dysphagie douloureuse à droite. La température intra-buccale droite est de 36°,9, la gauche de 36°,5.

OBSERVATION VII. — (Résumé d'après M. Jacquet, *in Bull. Soc. Int. 1904*, p. 170).

Évolution de la dent de sagesse inférieure DROITE. *Amygdalite à prédominance à* DROITE. *Points mentonniers sus et sous-orbitaires rétro-maxillaire et occipital, douloureux à droite.*

Mlle X..., dix-huit ans, ménagère.

16 novembre 1904. — Vif agacement à l'angle de la mâchoire inférieure côté *droit*, et les jours suivants douleur localisée à la dent en évolution.

21 novembre. — Gêne de la déglutition assez marquée à *droite*.

22 novembre. — Amygdales et piliers antérieurs *droits* rouges.

(1) L. JACQUET : *Essai sur les répercussions cutanées des irritations gingivo-dentaires* (Congrès de Cherbourg, août 1905, et *Odontologie*, 30 août 1905, p. 149).

(2) A. BARDEN : *Répercussions cutanées des irritations gingivo-dentaires* (Congrès de Genève, avril 1909).

Voici maintenant une observation d'angine *pré-peladique* empruntée à la thèse de Lebar.

Observation VIII. — (Obs. VI résumée de la thèse de Lebar). M. B..., dix-huit ans.

Angine pré-peladique; syndrome néo-dentaire GAUCHE; *pelade pré-auriculaire et nuchale* GAUCHE ; *éruption de la dent de sagesse inférieure* GAUCHE.

Il y a deux mois environ, il a eu un « commencement d'angine ». Pendant six jours la déglutition était douloureuse, et le malade déclare spontanément que la douleur était beaucoup plus vive du côté *gauche ;* ses souvenirs sont très précis à ce sujet. Cette angine s'est accompagnée d'une forte fièvre qui a duré deux jours.

La pelade a débuté il y a environ un mois et demi derrière l'oreille *gauche* par un disque qui s'étendit rapidement en bordure autour de l'oreille et de la nuque. Elle a cessé de s'accroître, au dire du malade, depuis une dizaine de jours.

Dent de sagesse inférieure *gauche* en voie d'éruption.

IV. — Preuves étiologiques.

L'observation VIII de notre travail nous montre la coexistence de la névralgie faciale et de l'angine. Or on sait que la névralgie faciale n'a, dans la grande majorité des cas, d'autre origine que les affections du système dentaire. Et parmi ces affections du système dentaire les plus susceptibles de déterminer de la névralgie, se placent, en premier rang, l'évolution dentaire anormale, l'arthrite alvéolo-dentaire et la pulpite. Or, si l'on fait une statistique portant sur la cause dentaire des angines dont les observations sont rapportées dans ce travail, on voit que sur 9 cas :

6 fois l'évolution dentaire est en cause (Obs. III, IV, V, VI, VII, VIII);
2 fois l'arthrite alvéolo-dentaire (Obs. I et II);
1 fois la pulpite aiguë (Obs. IX).

V. — Preuves expérimentales.

Ainsi, ce sont les affections dentaires les plus « irritatives » que l'on voit conditionner les phénomènes pharyngés quand ils existent et c'est un nouvel argument en faveur de l'angine réflexe d'origine dentaire. Mais il y a plus, nous avons eu la bonne fortune de rencontrer un cas que nous n'hésitons pas à considérer comme la *preuve expérimentale* de la possibilité de l'angine réflexe dentaire. L'observation qu'on va lire constitue la suite de l'observation II.

Observation VIII *bis (suite de l'observation II).*

Extraction d'une dent de six ans inférieure DROITE *atteinte d'arthrite alvéolo-dentaire, alvéolite intense post-opératoire, angine* DROITE *typique.*

Il s'agit du malade qui vint nous consulter le 15 juillet 1908, et qui se plaignait de ressentir, *depuis un an* et depuis l'obturation intempestive de la dent de six ans inférieure *droite*, dans le côté *droit* du pharynx, une série de phénomènes légers : sécheresse, picotements, petites douleurs à la déglutition. Nous avions,

malgré le caractère fruste de ces signes, porté le diagnostic d'angine, entretenue par l'irritation dentaire. Nous décidons le malade à se faire extraire cette dent, ce à quoi il se résout séance tenante. Injection de 2 centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate de cocaïne à 1/1000e. Extraction très laborieuse d'une dent à racines longues, fortement implantées.

16 juillet. — Le malade a passé une nuit très agitée en raison de la violence des douleurs ressenties au niveau de la dent enlevée. Il y a, en effet, une alvéolite aiguë, avec sensibilité telle que le frôlement de l'alvéole à l'aide d'un stylet détermine des mouvements de défense très marqués. De plus, pendant toute la nuit, il a ressenti dans le pharynx droit des picotements, mais continus et plus violents qu'à l'habitude. Cependant, muqueuse normale.

17 juillet. — Nuit plus mauvaise encore que la précédente. Frissons, fièvre, névralgie auriculaire, ganglions sous-maxillaires, raideur dans les muscles du cou du côté *droit*, dysphagie importante à *droite*. A l'examen, légère rougeur du pilier antérieur du voile et de l'amygdale à *droite*. La rougeur du côté droit contraste, d'ailleurs, de façon saisissante avec la pâleur du côté gauche. Hémicoryza *droit*.

18 juillet. — A un peu dormi grâce à l'absorption de 1gr,50 d'antipyrine. Mais la raideur du cou a augmenté ainsi que la dysphagie. L'amygdale droite est volumineuse, rouge vif avec de très légers points blancs. — Curetage de l'alvéole. Grands lavages et bains de bouche continus.

19 juillet. — Même état de sensibilité de la plaie alvéolaire, mais angine encore plus marquée. L'amygdale droite, énorme, déborde en avant le pilier antérieur.

20 juillet. — Plus de douleurs auriculaires, moins de sensibilité alvéolaire, même état du pharynx.

23 juillet. — L'amygdale *droite* a beaucoup diminué de volume. Plus de ganglions sous-maxillaires. Plus de coryza. Un groupe d'herpès dans le sillon nasogénien *droit*.

26 juillet. — L'amygdale droite a récupéré son volume normal, mais le côté droit du pharynx est encore plus rouge que le côté gauche. Le malade se sent guéri. Il n'y a plus qu'une dysphagie insignifiante. La raideur musculaire a disparu et le ganglion génien a beaucoup rétrocédé.

A notre avis, cette observation peut se passer de commentaire. Elle est, en effet, suffisamment éloquente par elle-même. La façon dont éclate cette angine *immédiatement* après le traumatisme opératoire, la gradation ascendante des phénomènes pharyngés observés qui va de pair avec la marche de l'affection alvéolaire, puis leur chute rapide survenant en même temps que l'amélioration locale, la disparition des névralgies auriculaires, et la rétrocession des ganglions sous-maxillaires et génicaux, tout cela se tient d'une façon parfaite et a, à notre avis, une valeur démonstrative qui n'a d'égale que celle fournie par les résultats de la thérapeutique.

VI. — Preuves thérapeutiques.

Dans toutes les observations que nous avons rapportées, on a pu voir, en effet, la cessation des phénomènes dentaires amener la disparition des phénomènes pharyngés. *Il n'est pas possible qu'il y ait eu toujours et si mathématiquement coïncidence.*

Nous ajoutons l'observation suivante très démonstrative :

OBSERVATION XI. — Personnelle.

Pulpite aiguë de la deuxième prémolaire inférieure GAUCHE. *Dysphagie importante et légère rougeur amygdalienne à* GAUCHE.

Le 25 mars 1907, M. P... vient nous consulter pour une pulpite aiguë de la deuxième prémolaire inférieure *gauche*, datant de trois jours, et s'accompagnant de névralgie faciale *gauche*, de lancinement, de photophobie de l'œil *gauche* et de violentes douleurs à la déglutition dans le côté *gauche* du pharynx.

Sur les instances du malade, je lui enlève la dent incriminée. Je le revois le lendemain. Dans la soirée, ces phénomènes réactionnels s'étaient amendés sensiblement : le malade a dormi quinze heures, et actuellement il n'a plus ni névralgie, ni troubles oculaires, ni dysphagie, mais seulement la tête très lourde.

Telles sont les diverses preuves de la possibilité de l'angine d'origine dentaire qu'on peut tirer, *a posteriori*, de l'ensemble des observations que nous avons citées. Nous avons la conviction qu'il est difficile de trouver en médecine des preuves plus « probantes » que celles que nous apportons.

Nous avons vu, en effet, l'angine suivre souvent ou précéder une crise dentaire; nous l'avons vue se localiser du même côté que la crise; nous l'avons vue s'accompagner d'un ensemble de phénomènes sympathiques dont la cause est l'irritation dentaire; nous l'avons vue se produire en quelque sorte expérimentalement et nous l'avons vue disparaître par la suppression de l'irritation supposée causale.

Enfin, l'anatomo-physiologie montre, par surcroît, que les voies de conduction nerveuse relient nettement l'irritation dentaire à l'aboutissant pharyngé.

M. Ch. GODON

Docteur en Médecine, Directeur de l'École Dentaire (Paris.)

APPLICATION DE LA MÉTHODE DE RECONSTITUTION DE L'ÉQUILIBRE ARTICULAIRE AU TRAITEMENT DES IRRÉGULARITÉS DENTAIRES FORCE INTERMAXILLAIRE ET PLAN INCLINÉ

— 7 août —

Dans la communication présentée l'année dernière à la Société d'Odontologie du Congrès de Reims, j'avais indiqué quelques applications au traitement des irrégularités dentaires de la méthode que j'ai préconisée pour la reconstitution de l'équilibre articulaire des dents et des arcades dentaires (1).

Cette communication n'a pu être publiée qu'en résumé, le temps m'ayant

(1) Voir *Communication sur l'action mécanique de la mâchoire et ses applications à l'art dentaire*, par Ch. GODON. *Odontologie*, 1905-1906.

fait défaut pour la rédiger en entier en temps utile. Je l'ai réunie avec celle-ci.

Parmi divers modèles et appareils de redressement, j'avais présenté, pour la correction d'un cas de rétrusion de l'arcade dentaire inférieure, une application de la force intermaxillaire, dite ancrage de Baker, si en faveur actuellement et avec juste raison parmi les orthodontistes des États-Unis, et dont je voudrais voir l'usage se répandre parmi nous.

A cette occasion, rappelant les travaux précédents que j'avais présentés aux différents Congrès depuis 1905 sur les conditions d'équilibre articulaire des dents dans les arcades dentaires, leur démonstration par le polygone des forces, j'avais exposé, une fois de plus, les relations qui existaient entre les conclusions auxquelles j'étais arrivé et les lois de Bonwill relatives à la physiologie et à la mécanique de l'articulation temporo-maxillaire et à la construction des articulateurs et des appareils de prothèse et les principes d'Angle pour la correction des irrégularités.

En effet, si l'on considère les différentes lois de Bonwill, relatives à la forme géométrique de la mâchoire inférieure, au plan d'occlusion des arcades suivant une courbe dite *courbe compensatrice* et aux rapports des divers plans d'occlusion dans les mouvements de latéralité à droite et à gauche et de propulsion et de rétropulsion, on se rend compte que ces lois ne sont applicables qu'autant que les dents, étant en rapports articulaires normaux avec leurs voisines ou leurs antagonistes, sont ainsi en équilibre dans les arcades dentaires.

Quant au principe général d'Angle, on sait qu'il est basé sur les rapports des dents et des arcades dentaires à l'état de repos et d'occlusion et qu'il a l'avantage d'appeler l'attention du praticien sur le principal inconvénient de l'irrégularité, le trouble apporté aux fonctions de la dent et de la mâchoire par la rupture de l'équilibre articulaire de la dent et des arcades dentaires. Dans les classifications de Magitot et de Gaillard, on parait considérer surtout les déplacements de la couronne de la dent; dans celle d'Angle, on considère plus particulièrement les rapports des surfaces occlusales avec les antagonistes. Cette conception est très pratique pour créer une méthode de diagnostic et de traitement, car on peut dire que, lorsque l'occlusion est correcte, l'irrégularité n'existe pas; pourtant cette conception n'est pas complète; en se plaçant au point de vue plus réel de la méthode de l'équilibre articulaire des dents dans les arcades dentaires, on est amené à considérer toutes les anomalies de position des quatre articulations de la dent tout entière, c'est-à-dire les articulations mésiales, distales, interarcade dentaire et alvéolo-dentaire, soit les rapports de la couronne avec les dents voisines et les antagonistes et ceux de la racine ou des racines avec l'alvéole. Examinant ainsi chaque dent successivement, puis les rapports des arcades dentaires entre elles dans

les différents mouvements de la mâchoire en commençant par l'occlusion, on se rend compte également des anomalies de forme que présentent les arcades dentaires dans leur largeur et leur longueur, de la répercussion de ces anomalies au point de vue esthétique, la bouche étant fermée, sur la ligne faciale, puisque celle-ci est sous la dépendance de la forme des arcades dentaires, dans une certaine étendue au moins.

En combinant ces diverses considérations, on doit aboutir à une méthode de diagnostic et de traitement et à une classification dans laquelle celle d'Angle, que, pour en faciliter la compréhension et la vulgarisation, nous résumons ci-dessous dans un tableau schématique, tient la plus grande place, mais où certains termes empruntés aux classifications précédentes pourraient encore utilement figurer suivant l'anomalie envisagée. Les résultats dus aux travaux des auteurs précédents gardent ainsi leur valeur, comme nous avons voulu le montrer par la méthode de reconstitution de l'équilibre articulaire des dents et des arcades dentaires, qui les synthétise tous.

On sait que les anomalies dentaires justiciables d'un traitement orthodontique sont celles qui concernent la mauvaise position des dents dans les arcades dentaires, et que ces positions irrégulières sont au nombre de sept, désignées diversement suivant la classification adoptée. Il nous paraît intéressant de reproduire à côté de celle d'Angle et en regard certains termes empruntés à celles de Magitot, de Gaillard ou de la nôtre :

1. Occlusion buccale = O B = Antéversion = A. de direction ou de siège = Dent inclinée en dehors de l'arcade.
2. Occlusion linguale = O L = Rétroversion = A. de direction ou de siège = Dent inclinée en dedans de l'arcade.
3. Occlusion mésiale = O M = Latériversion = A. de direction = Dent inclinée latéralement vers la ligne médiane.
4. Occlusion distale = O D = Latériversion = A. de direction = Dent inclinée latéralement vers la partie distale.
5. Torso-occlusion = T O = Rotation sur l'axe = A. de direction = Dent ayant tourné sur son axe.
6. Infra-occlusion = I O = Anomalie d'émergence = A. d'éruption = Dent en éruption insuffisante.
7. Supra-occlusion = S O = Anomalie d'émergence = A. d'éruption = Dent en éruption exagérée.

Lorsque la couronne tout entière d'une dent ou de plusieurs dents fait saillie en dehors de l'arcade, celles-ci sont dites en *protrusion*, et en *rétrusion* dans le cas contraire. Ces deux termes sont également applicables aux deux arcades dentaires dans leurs rapports antérieurs l'une avec l'autre ; ils doivent être préférés à ceux de prognathisme et d'opisthognathisme qui prêtent à confusion, ne peuvent s'appliquer, à notre avis, aux cas du ressort de l'orthodontie et doivent être réservés aux anomalies des maxillaires.

Si, au lieu de considérer les positions irrégulières des dents prises isolément, on considère les rapports des arcades dentaires entre elles, alors la classification d'Angle s'impose. Nous la résumons ci-dessous :

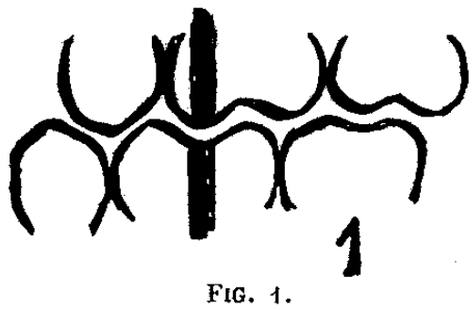


FIG. 1.



FIG. 2.

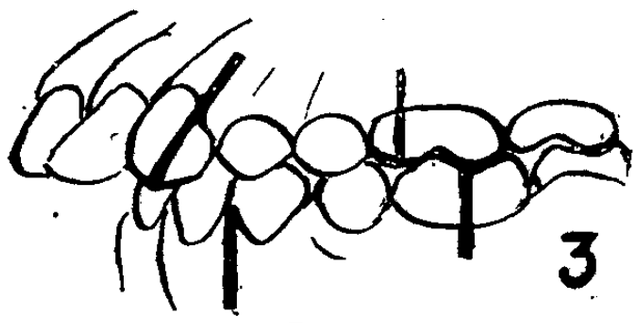


FIG. 3.

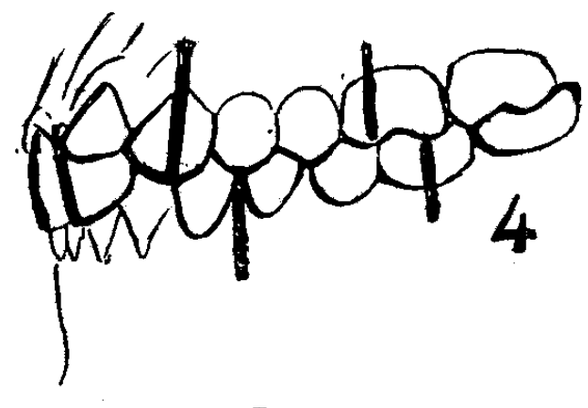


FIG. 4.

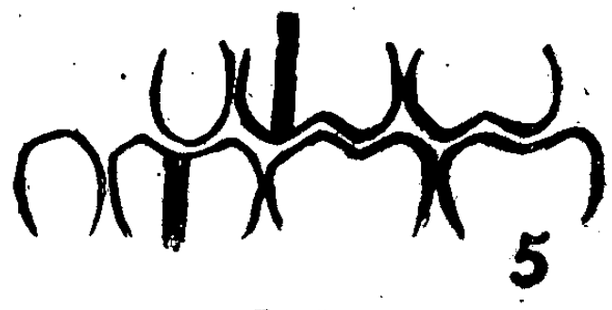


FIG. 5.

CLASSE I. — ARCADES EN RELATIONS MÉSIO-DISTALES NORMALES.
Dans cette classe, sur 1.000 cas il en rentre 692

CLASSE II. — ARCADE INFÉRIEURE DISTALE A LA NORMALE DANS SES RELATIONS AVEC L'ARCADE SUPÉRIEURE.

1re DIVISION. — *Distale bilatéralement :* Incisives supérieures en protrusion, communément : mouth breathers (respirateurs buccaux).
Dans cette division, sur 1.000 cas il en rentre 90

SUBDIVISION. — *Distale unilatéralement :* Incisives supérieures comme à la 1re division.
Dans cette subdivision, sur 1.000 cas il en rentre . . . 34

2e DIVISION. — *Distale bilatéralement :* Incisives supérieures en rétrusion : normal breathers (respirateurs normaux).
Dans cette division, sur 1.000 cas il en rentre 42

SUBDIVISION. — *Distale unilatéralement :* Incisives supérieures comme à la 2e division.
Dans cette subdivision, sur 1.000 cas il en rentre . . . 100

CLASSE III. — ARCADE INFÉRIEURE MÉSIALE A LA NORMALE DANS SES RELATIONS AVEC L'ARCADE SUPÉRIEURE.

DIVISION. — *Mésiale bilatéralement.*
Dans cette division, sur 1.000 cas il en rentre 34

SUBDIVISION. — *Mésiale unilatéralement.*
Dans cette subdivision, sur 1.000 cas il en rentre . . . 8

TOTAL. 1.000

Il nous reste, pour compléter cette revue d'ensemble des diverses considérations dont il faut tenir compte pour le traitement raisonné des irrégularités, à rappeler une fois de plus le procédé de Pont, de Lyon, pour déterminer l'indice dentaire, c'est-à-dire la largeur normale des arcades. On sait qu'on obtient l'indice dentaire en multipliant la largeur des quatre incisives par 100 et en divisant par la largeur de l'arcade au niveau des petites ou des grosses molaires suivant ce que l'on désire obtenir.

Pont a présenté dans l'année à l'École Dentaire, dans une clinique de la Société d'Odontologie de Paris, un barème des largeurs qui simplifie la question et auquel nous renvoyons le lecteur.

Depuis la publication de ce procédé, nous y avons recours dans tous les cas. Nous y trouvons toujours des indications utiles. Dans un cas, que nous comptons présenter lorsqu'il sera terminé, nous avons pu, par la détermination de l'indice dentaire, obtenir la preuve qu'il fallait encore faire de l'expansion, malgré l'avis contraire de confrères très compétents en orthodontie.

Comme on le voit, les lois régissant les rapports des diverses articulations des dents et de l'appareil dentaire et l'occlusion normale des deux arcades ont aussi leurs applications pour la correction des irrégularités dentaires et le rétablissement de l'équilibre articulaire nécessaire pour le fonctionnement régulier de l'appareil tout entier. Il en résulte qu'il est nécessaire d'avoir bien présents à l'esprit les rapports anatomiques de chaque dent avec ses voisines et ses antagonistes à l'état de repos ou d'occlusion, ainsi que ces mêmes rapports au point de vue physiologique à l'état de mouvement avec les conditions diverses de sa fonction, puis, considérant les troubles fonctionnels qui y sont apportés par l'état pathologique créé par l'anomalie, de déterminer d'abord le diagnostic d'une manière précise en ayant en vue les corrections à apporter, d'après les classifications d'Angle et de Case combinées sur certains points et en se servant des modèles d'études (1), d'examiner ensuite comment il convient d'y porter remède par les procédés divers de l'orthodontie.

Enfin, pour le traitement proprement dit, il faut observer, dans le choix des appareils et des forces en mouvement, les règles de la mécanique et du polygone des forces en déterminant sur un graphique au besoin : 1° l'étendue du mouvement à produire pour rétablir l'occlusion normale et corriger l'anomalie; 2° la valeur de la résistance; 3° le choix des forces nécessaires pour constituer la puissance destinée à produire ce mouvement; 4° le siège des points d'appui et leur valeur.

C'est ce que je faisais observer dans le cas présenté à Reims, qui était

(1) Voir *Treatment of malocclusion of the teeth. Angle's System*. Seventh edition, by Edward ANGLE M. D., D. D. S., Philadelphia, 1907, et *A practical treatise on the technics and principles of dental orthopedia*, by CALVIN S. CASE D. D. S. M. D., Chicago, 1908.

une application de la force intermaxillaire pour la correction d'une rétrusion du maxillaire inférieur de la largeur d'une dent et que je résumais ainsi :

Étendue du mouvement à produire : avancer toutes les dents de l'arcade inférieure ; valeur de la résistance : représentée par la force de résistance de quatorze dents à ce déplacement ; forces nécessaires pour constituer la puissance : représentées par des caoutchoucs ; siège des points d'appui : ils étaient fixes sur la mâchoire supérieure et représentés par les deux bagues et l'arc antérieur.

M. Henri Villain, au mois de décembre dernier, dans une intéressante communication faite à la Société d'Odontologie de Paris, sur un cas de redressement où il avait en quelques mois obtenu un très bon résultat en employant lui-même la force intermaxillaire, le démontrait également. J'ai à cette occasion complété l'historique de la question que j'avais fait à Reims et qui se résume ainsi : la force intermaxillaire, dite ancrage de Baker, est employée aux États-Unis depuis 1893 environ. MM. Case, Angle et Baker se disputent l'honneur de l'avoir introduite dans notre technique. Pour son emploi, il faut prendre point d'appui sur une des deux arcades dentaires, en fixant sur la face buccale des dents, à l'aide de bagues sur les molaires et de ligatures, un arc métallique muni de deux petits crochets ; placer dans les mêmes conditions un deuxième arc semblable sur l'arcade dentaire opposée, contenant les dents à faire mouvoir et réunir de chaque côté de la mâchoire les deux arcs par un anneau de caoutchouc, placé obliquement de haut en bas et d'arrière en avant ou d'avant en arrière, suivant le sens du déplacement à obtenir, comme cela est indiqué sur le modèle X 2 que je vous présente. La grande fixité des appareils et l'action continue du caoutchouc qui s'exerce dans tous les mouvements de la mâchoire donnent des résultats très appréciables et très rapides pour des cas difficilement traités avec les autres procédés.

J'ai justement apporté un autre cas traité par le procédé dit du « jumping the bite » ou saut de l'articulation, avec le plan incliné pour établir un parallèle entre les deux systèmes et l'on verra qu'il est en faveur de l'ancrage de Baker.

Voici les deux observations :

Redressement par la force intermaxillaire. — Mlle X..., 15 ans, est venue me consulter au mois de juillet 1907 ; un confrère lui avait corrigé les irrégularités de position des dents de chacune des arcades dentaires considérées isolément, et lui avait déclaré qu'il considérait que le redressement était terminé.

Or, à l'examen, les deux arcades étant rapprochées, on constatait dans le sens horizontal une distance entre les dents inférieures antérieures et les supérieures de 5 millimètres environ ; la première grosse molaire inférieure était en relation distale avec la première molaire supérieure ; donc c'était, d'après la classification d'Angle, une malocclusion de la deuxième classe (distale à la nor-

male et bilatéralement, largeur une dent) (Voir modèle X 1). Enfin, si l'on faisait fermer les lèvres, on constatait que c'était la mâchoire inférieure qui était en rétrusion, donc qu'il fallait avancer l'arcade dentaire inférieure d'une dent. La largeur des quatre incisives était de 28 millimètres; la distance des prémolaires était de 35 millimètres, dont l'indice, d'après la méthode de Pont, était de 80, ce qui était normal.

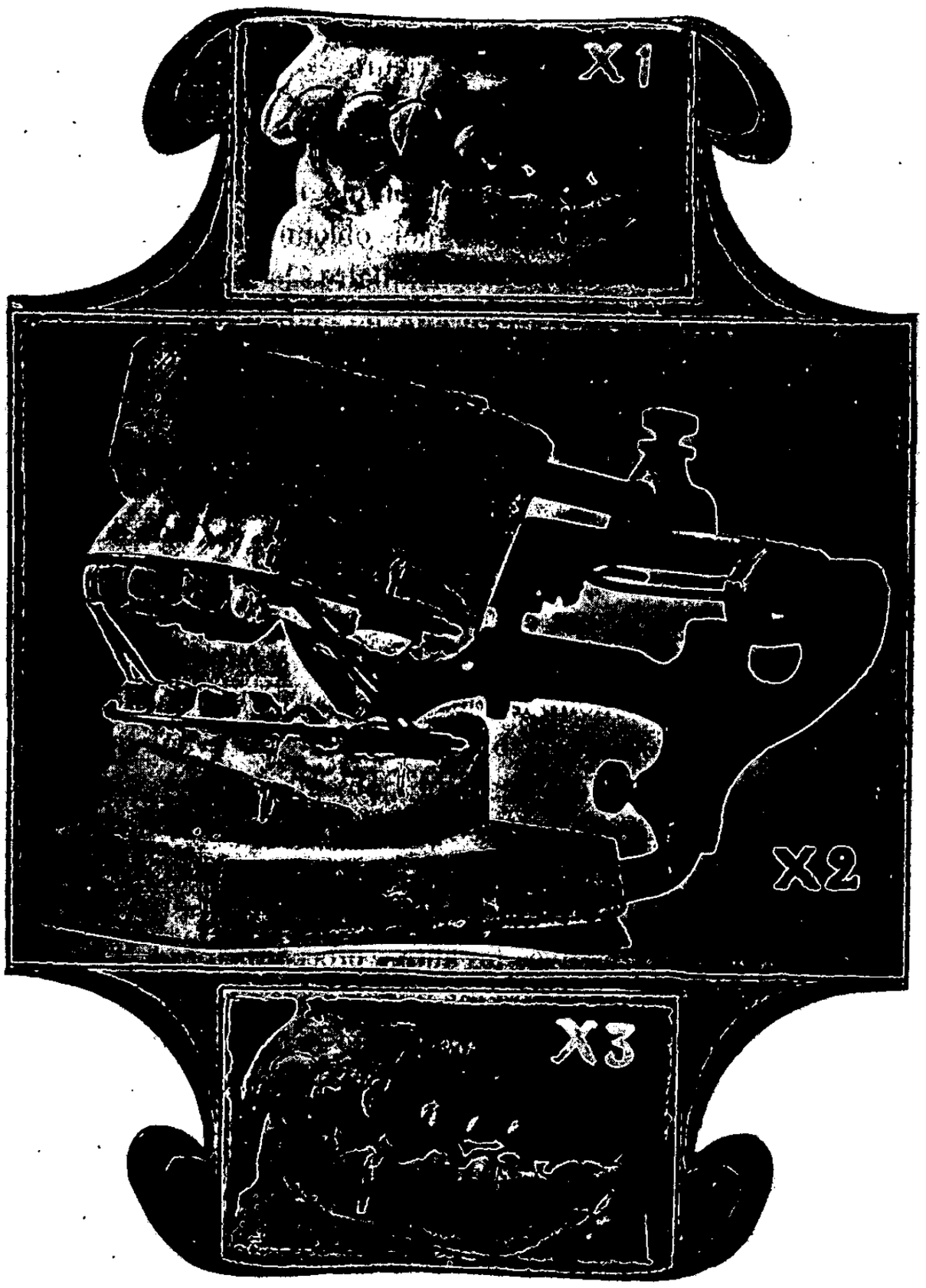


FIG. 6.

Nous décidâmes d'avoir recours à la force intermaxillaire pour la correction de cette anomalie et un appareil fut posé en juillet.

La jeune fille partit en vacances, mais un mois après, l'appareil insuffisamment fixé, s'était détaché en partie; il lui fut retiré lors d'un court passage

d'une journée à Paris. L'appareil lui fut placé à nouveau à son retour de vacances le 17 octobre 1907, identique au modèle X 2 ci-contre.

La jeune patiente partit quinze jours après, le 1er novembre, pour passer l'hiver dans une ville du Midi.

Un de nos confrères eut la complaisance de s'en occuper; mais comme il voyait ce genre d'appareil pour la première fois, il eut naturellement quelques difficultés et quelques tâtonnements, malgré les avis que je pus lui donner par correspondance.

La jeune fille revint à Paris le 27 avril 1908 (Voir modèle X 3). L'anomalie pour laquelle elle était venue me consulter était presque corrigée du côté des

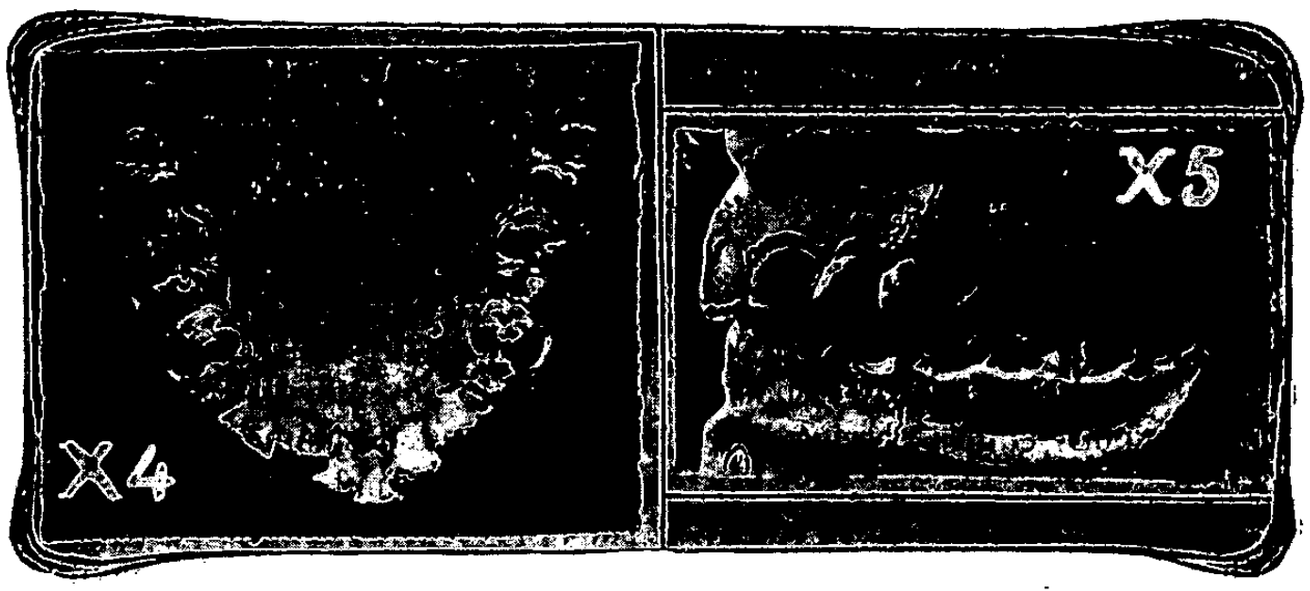


FIG. 7.

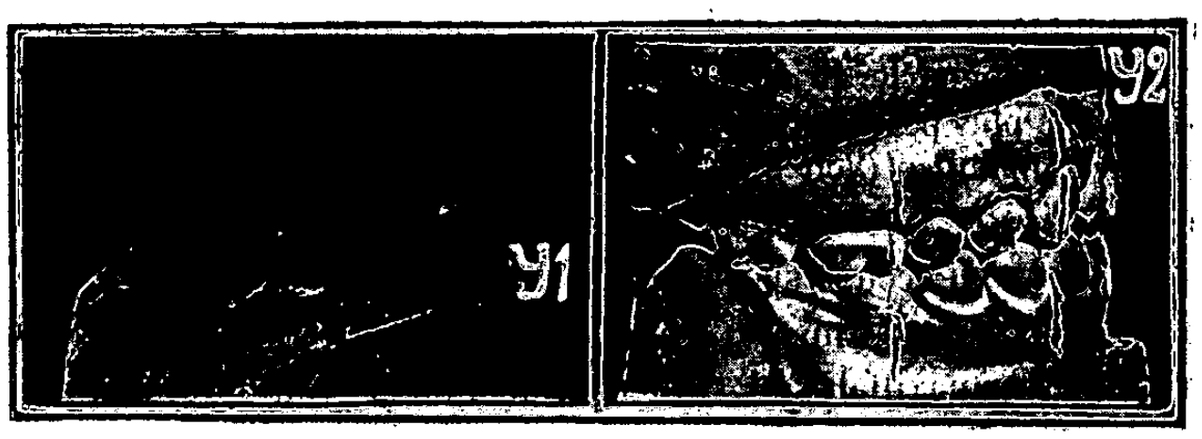


FIG. 8.

molaires, les molaires de six ans étaient à leur place et en rapports normaux avec les antagonistes; mais une irrégularité nouvelle s'était produite à la mâchoire inférieure (Voir modèle X 4); outre un vide existant de chaque côté entre la première et la deuxième molaire inférieures par suite de son déplacement en avant, les dents antérieures non fixées à l'arc s'étaient groupées en rétroversion, créant ainsi une atrésie de la partie antérieure de l'arcade inférieure.

Un appareil écarteur d'après le modèle que j'emploie d'habitude (un dérivé de celui de M. Francis Jean) fut placé le 10 mai 1908, et le 12 juillet le redressement était tout à fait terminé. Nous placions un appareil de maintien sur le maxillaire inférieur pour maintenir la correction dernière, car la première se maintenait seule par l'occlusion (Voir modèle X 5).

Redressement par le plan incliné. — M^lle Z..., 13 ans, me fut amenée en janvier 1905; à l'examen, on constatait à l'arcade supérieure une légère antéversion de l'incisive supérieure gauche, la deuxième prémolaire du même côté insuffisamment poussée à l'arcade inférieure, un écart entre les incisives centrales et la présence aux deux arcades des seules molaires de six ans. Les deux arcades étant rapprochées, on constatait une distance de 5 millimètres environ entre les dents antérieures supérieures et inférieures, et la première grosse molaire inférieure était en relation distale avec la première molaire supérieure; donc c'était comme le cas précédent, d'après la classification d'Angle, une malocclusion de la deuxième classe (distale à la normale bilatéralement, largeur une dent (Voir modèle Y 1).

Les lèvres étant fermées on constatait un peu de protrusion du maxillaire supérieur, mais surtout comme dans le cas précédent de la rétrusion de la mâchoire inférieure. Il fallait donc rentrer un peu l'arcade dentaire supérieure et faire avancer l'arcade dentaire inférieure.

La largeur des quatre incisives était de 33 millimètres avec une distance des prémolaires de 35, au lieu de 41, d'où un indice de 94, au lieu de 82, d'après le barème de Pont, d'où un peu d'atrésie aux deux arcades.

Des appareils écarteurs furent posés sur le maxillaire inférieur, puis sur le supérieur pour obtenir l'indice normal, jusqu'au 15 novembre 1906.

Lorsque nous eûmes corrigé l'atrésie, nous nous décidâmes, après avoir essayé de poser un ancrage de Baker, que la malade ne put supporter, les dents étant trop courtes, à traiter la rétrusion par le procédé du saut de l'articulation dit « jumping the bite » à l'aide de l'appareil dit plan incliné sur le maxillaire supérieur.

Cet appareil fut posé le 15 juin 1907 et le 30 octobre 1907, c'est-à-dire quatre mois et demi après, le saut de l'articulation était obtenu; il ne fut considéré comme terminé que le 15 juillet 1908, c'est-à-dire que la jeune patiente fut autorisée à ne plus porter que la nuit le plan incliné supérieur qui lui servait d'appareil de maintien (Voir modèle Y 2).

Je dois ajouter que c'est un de mes collaborateurs, M. Zimmermann, qui s'est avec moi occupé spécialement de ces deux cas.

Le cas présenté à Reims l'année dernière pour montrer une application de la force intermaxillaire et le deuxième que je vous présente aujourd'hui, dans lequel il a été fait emploi du plan incliné, permettent d'établir un parallèle entre les deux systèmes d'appareils utilisés pour le traitement de la rétrusion de l'arcade dentaire inférieure.

Il résulte de la première observation qu'une irrégularité dentaire difficile par les anciens procédés a pu être complètement réduite très facilement, malgré des conditions défavorables, du 17 octobre 1907 au 12 juillet 1908, c'est-à-dire en neuf mois pendant lesquels la patiente a été absente de Paris six mois, ce qui a compliqué le traitement par la production d'une deuxième irrégularité due à une surveillance insuffisante des caoutchoucs, et les difficultés pour suivre ce traitement à distance.

Enfin, il y a lieu de constater la distance qui s'est produite entre la première et la deuxième molaire inférieures, qui montre bien que c'est le bloc dentaire qui a été porté en avant et non l'articulation temporo-

maxillaire qui a été modifiée, comme on l'a dit à la Société d'Odontologie pour le cas analogue présenté par H. Villain.

Dans le deuxième cas, au contraire, si l'irrégularité est à peu près corrigée et l'occlusion presque normale, c'est par suite d'une modification dans l'articulation temporo-maxillaire; le condyle s'est porté en avant et une nouvelle articulation s'est faite. Mais il faut reconnaître qu'on ne peut avoir autant de confiance dans la persistance de la nouvelle occlusion ainsi obtenue que dans la première qui a été réalisée par le déplacement des dents elles-mêmes.

On pourrait dire pourtant, comme on l'a fait observer, que, par le déplacement articulaire obtenu par le saut de l'articulation, le menton est avancé alors qu'il n'en est pas de même par le déplacement de l'arcade dentaire obtenu par l'ancrage de Baker et que cela peut quelquefois être nécessaire.

Mais si l'on se place au point de vue de l'application de la méthode de reconstitution de l'équilibre articulaire, but principal de cette communication, on se rend compte que dans le premier cas l'équilibre articulaire est normalement et complètement rétabli dans les arcades dentaires comme dans l'appareil tout entier, tandis que dans le second cas il l'est seulement en apparence du côté des arcades dentaires, mais aux dépens du déplacement de l'articulation temporo-maxillaire qui reste en équilibre instable et qu'une force, celle des muscles, tend constamment à ramener dans la position première, faiblement contrebalancée par la force de la nouvelle occlusion.

En résumé, et pour conclure, l'emploi de la force intermaxillaire, dite ancrage de Baker permet d'obtenir assez facilement la correction complète de certaines anomalies d'occlusion difficiles par les autres procédés, et avec des appareils fixes moins gênants pour le patient; mais, surtout, il donne des résultats plus durables parce que les principes sur lesquels il repose sont conformes à la méthode de reconstitution de l'équilibre articulaire des dents et des arcades dentaires.

Mlle BACHELET

(Paris).

ÉTUDE SUR LA THERMOMÉTRIE BUCCALE (1)

— 7 août —

Nous avons, M. le Dr Lucien Jacquet et moi, étudié la température buccale et génienne, tant à l'état de santé que dans ses relations avec certaines

(1) Travail de la policlinique dermatologique de l'hôpital Saint-Antoine.

lésions gingivo-dentaires ou poussées néo-dentaires. J'ai, sur les conseils et sous la direction de M. le Dr Lucien Jacquet, continué les recherches, et c'est leur résultat que j'apporte aujourd'hui.

Nous avons trouvé que la température vestibulaire moyenne est de 35°,6 au réveil à *jeun*, et s'élève graduellement jusqu'à midi de 35°,9 à 36°,1 pour passer brusquement *après le repas* à 36°,5 ou 36°,8 en moyenne. La température de la région malaire subit les oscillations de la température vestibulaire : de 29 degrés avant le repas de midi, elle passe à 30°,6 ou 31 degrés après lui.

Mais comme me l'a justement fait remarquer M. le Dr Lucien Jacquet, l'élévation thermique vestibulaire peut être due :

1° A l'échauffement produit par les muscles masticateurs ;

2° A l'action du travail gastrique ;

3° A l'union de ces deux mécanismes.

Pour résoudre cette question nous avons institué l'expérience suivante : J'ai pris soigneusement les températures vestibulaire et malaire après un repas fait à ma manière habituelle et composé d'aliments et de boissons soigneusement pesés.

Ces températures ont été respectivement de :

Avant le repas :
T. vest. : 36°,1. — T. malaire : 29°,4.
Après le repas :
T. vest. : 36°,8. — T. malaire : 31 degrés.

Cela posé, le jour suivant j'ai composé mon repas de semblables aliments soigneusement pesés, en quantité rigoureusement égales :

Purée avec jaune d'œuf.	150	grammes.
Viande	95	—
Purée de pois	350	—
Crème liquide.	65	—
Boissons (eau, thé).	130	—

mais, sous forme de purées et de hachis, et j'ai absorbé ce repas sans aucun effort masticatoire et en y consacrant un temps égal.

Voici les températures prises dix minutes après ce repas et après rinçage de bouche à l'eau tiède comme dans le précédent :

Avant le repas :
T. vest. : 36°,1. — T. malaire : 29°,5.
Après le repas :
T. vest. : 36°,3. — T. malaire : 30 degrés.

Cette expérience semble prouver catégoriquement que, dans l'élévation thermique, tant vestibulaire que génienne, produite par le repas, une part revient au travail musculaire masticateur soit 5/10, et une autre part au travail gastrique 2/10.

D'autre part, j'ai continué les recherches entreprises avec M. le Dr Lucien

Jacquet sur l'hyperthermie buccale et génienne consécutive aux irritations gingivo-dentaires de divers ordres.

Je confirme ce que nous avions trouvé : dans les poussées éruptives de la molaire de six ans, de dent de sagesse ; dans les pulpites aiguës, l'artrite alvéolo-dentaire, les gingivites, les stomatites, les pyorrhées, dans les cas de fluxion et d'abcès on trouve une élévation des températures buccale et malaire très appréciable.

Dans un cas de pulpite de deuxième P. M. *droite*, ayant duré quatre jours : avec point sous-orbitaire *droit* sensible, légère rougeur vestibulaire. Aucune réaction cutanée.

J'ai successivement relevé :

7 juin :

T. B — D = 37°,2 g = 36 degrés.
T. M — D = 30 degrés g = 30 —

Après extraction de la pulpe, quatre jours après : point sous-orbitaire n'étant plus douloureux, plus de rougeur vestibulaire.

T. B — D = 36 degrés g — 36 degrés.
T. M — D = 30 — g — 30 —

Nous voyons ici que les températures malaires sont les mêmes depuis le commencement de la crise jusqu'à la fin.

Dans un autre cas d'artrite subaiguë d'incisive latérale *droite* ayant duré deux jours, avec point sous-orbitaire *droit* sensible, rougeur vestibulaire au niveau de la racine d'incisive latérale *droite :*

J'ai trouvé :

15 juin :

T. B — D = 37°,2 g = 35°,9.
T. M — D = 31 degrés g = 29 degrés.

Après pointes de feu sur la gencive, soins de la dent (nettoyage de la cavité et du canal radiculaire.)

T. B — D = 36 degrés g = 36 degrés.
T. M — D = 29 — g = 29 —

Dans la crise néo-dentaire de la molaire de sagesse inférieure *droite*, rougeur et gonflement d'un capuchon de gencive recouvrant la dent, adénopathie sous-maxillaire *droite* assez volumineuse et douloureuse, dysphagie douloureuse à *droite*, et point néo-dentaire *droit* sensible.

J'ai obtenu la série thermique suivante :

30 août :

T. B — D = 37°,5 g = 36°,3
T. M — D = 32 degrés g = 29 degrés.

angle du maxillaire.

Après débridement au cautère :

2 mai :

T. B — D = 37°,5 g = 36°,4.
T. M — D = 31°,9 g = 29 degrés.

Huit jours après :

11 mai :

T. B — D = 37 degrés g = 36°,5.
T. M — D = 31°,9 g = 29 degrés.

Un mois après tout était rentré dans l'ordre et je constatais les normales buccale et malaire :

15 juin :

T. B — D = 36°,5 g = 35°,8.
T. M — D = 29°,2 g = 29 degrés.

On voit, en général, que les lésions dentaires et péri-dentaires élèvent la température buccale d'une façon très appréciable du côté où elles siègent, la température malaire du même côté s'élève plus, mais parallèlement à l'hyperthermie intérieure; quelquefois, elle reste la même pendant toute la durée de la crise (dans un cas d'arthrite aiguë de deuxième P. M. et deux cas de pulpites de deuxième P. M. et de canine).

Ces élévations thermiques buccales, aussitôt la crise terminée, après les soins dentaires, redescendent à la normale.

Ce moyen d'investigation a été cité par Magitot : — sans mensuration. Dans les affections locales de la bouche et du pharynx (stomatite, amygdalite, pharyngite), il survient une hypersecrétion de mucus, une élévation *notable* de la *température* de la *bouche*, etc. (*Recherches expérimentales et thérapeutiques sur la carie dentaire*, 1866.)

Nous pensons qu'au point de vue dentaire, l'étude de la température buccale pourrait fournir des données intéressantes. Lorsque les autres signes cliniques manquent dans les cas d'arthrite alvéolo-dentaire, de pulpite, de crises néo-dentaires des molaires de sagesse, la recherche thermométrique peut renseigner.

M. Henri-Em. CRAMER

Chirurgien-Dentiste, Assistant de Stomatologie à l'hôpital Saint-Antoine (Paris).

ÉTUDE SUR LES RELATIONS ENTRE L'IRRITATION GINGIVO-DENTAIRE ET L'ECZÉMA RÉGIONAL DE L'ADULTE (1)

— 7 août —

On a beaucoup parlé, de tous temps, de l'influence des crises de dentition sur l'eczéma infantile et, en particulier, sur l'eczéma facial.

Cette influence parait certaine.

On ne saurait dire pourtant qu'elle ne soit vague et insuffisamment démontrée. Il y a donc grand avantage à chercher et à établir si possible

(1) Travail de la policlinique dermatologique de l'hôpital Saint-Antoine.

une relation entre les irritations dentaires et leurs répercussions sous le mode eczéma chez l'adulte et cela parce que, d'une part, les eczémas régionaux unilatéraux sont fréquents à cette période de la vie et, par conséquent, faciles à mettre en rapport (s'il y a lieu) avec un ou plusieurs phénomènes irritatifs gingivo-dentaires du même côté, d'autre part, parce qu'il est aisé chez l'adulte, tandis que, par contre, il est impossible chez l'enfant de rechercher et de mettre en valeur d'autres conséquences de l'irritation dentaire unilatérale selon les modes sensitifs, thermiques, vaso-moteurs, comme l'a fait M. le docteur Jacquet, dans ses études sur les répercussions physio-pathologiques et, enfin, parce que chez l'adulte il est aisé d'intervenir au point de vue dentaire et d'observer.

C'est ce que nous avons tenté dans le présent travail.

Disons tout d'abord, pour fixer les idées au point de vue dermatologique, que nous donnons au mot *eczéma* son sens le plus usuel et le plus large. Nos eczémas étaient le plus souvent des dermatoses aiguës ou subaiguës pruritiques, papulo-vésiculeuses, suintantes et, parfois, compliquées d'inflammation secondaire et même de lichenification chronique.

Voici d'abord, résumées, les observations sur lesquelles s'étaye notre travail.

Elles sont au nombre de quinze ; une déjà publiée (1), les autres inédites au nombre de quatorze et prises dans le service de M. le docteur Jacquet, médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

Obs. I. — 2849. — *Eczéma séborrhéique de la face et du cou* — (datant de six mois).

21-1-6. — Eczéma bilatéral à début intra-circulaire puis extériorisation depuis trois mois.

Tachyphagie et dyspepsie.

Nombreuses irritations dentaires bilatérales.

Cure dentaire et hygiène gastrique.

En cinq ou six jours, quasi-guérison du prurit et de la dermatose.

9-1-6. — Prurit et cuisson nocturne au cou, eczématisation papulo-vésiculeuse du cou avec léger gonflement du corps thyroïde, rien aux oreilles.

Crampe gastrique le 8-1-6.

Règles viennent habituellement le 11.

13-1-6. — Règles venues le 11. Prurit disparu le soir même.

Dermatose presque disparue aujourd'hui.

30-1-6. — Abandon de la diététique depuis quelques jours.

Vague érythématose pré-eczématique faciale depuis deux jours. Reprise de l'ataraxie.

6-2-6. — Guérison immédiate.

14-6-6. — Guérison maintenue même aux moments des règles.

Ataraxie très imparfaitement observée.

(1) E. Lebar. *Hyperesthésies systématisées et troubles connexes.* — Th. Paris 1906, faite à l'instigation de M. le docteur Jacquet.

6-7-8. — Il y a six mois, otalgie violente *à gauche* et quelques jours plus tard, *à droite*. Presqu'aussitôt, eczéma *à gauche*, puis *à droite*, à la face et au cou.

L'eczéma n'a pas cessé complètement depuis, mais n'a jamais atteint à beaucoup près le degré antérieur.

Bouche en très bon état.

Hygiène ataraxique abandonnée depuis longtemps.

Obs. II. — 2907. — *Eczéma lichénifié (névrodermite eczématique) nuchale et dorso-cervicale.*

20 janvier. — La malade a eu deux crises, la première il y a vingt ans, la deuxième depuis onze ans, avec paroxysmes au moment des règles.

Lésions dentaires importantes à maximum *gauche* très marqué.

23 janvier. — Traitement dentaire fait : extraction de toutes les racines au nombre de onze ; curetage de l'alvéole de l'incisive latérale *gauche*, suppression de la paroi externe de cet alvéole, nécrosée et fistulisée.

27 janvier. — Grosse amélioration dans le prurit ; à partir d'aujourd'hui, ataraxie relative.

La malade, lors de l'intervention dentaire, était en période menstruelle, pourtant la différence en mieux est bien plus marquée qu'à l'ordinaire, après la cessation du flux menstruel.

Bouche en bon état, cicatrisation normale ; quelques névralgies sillonnent les gencives.

3 février. — Crises pruritiques moins nombreuses et moins fortes d'après la malade, placards moins épais.

10 février. — Grande amélioration au point de vue général (sommeil, digestion), et au point de vue local (prurit) et affaissement de la névrodermite.

Dans la bouche alvéolite.

20 mars. — Persistance de l'amélioration jusqu'aux dernières règles survenues il y a quinze jours. A ce moment, réveil du prurit et un furoncle à la nuque. Depuis accalmie. Régime suivi (?)

Plaque névrodermitique perceptible mais affaissée.

Traitement : vaseline, huile de cade au cinquième.

8 mai. — Il n'y a plus de prurit si ce n'est à la joue. La névrodermite est flétrie. Petite ataraxie est faite.

9 juin. — Guérison. Dans la bouche, on trouve une racine de la deuxième molaire supérieure *gauche* extraite depuis de longues années.

Il reste un peu de démangeaison du *côté gauche*.

12 juillet. — Il reste une petite démangeaison *à gauche* qui a pourtant diminué à la suite de l'extraction de la racine.

Au point de vue lésion cutanée, reliquat cicatriciel lisse, souple, nulle induration.

A été traitée à Saint-Louis, *sans résultat*, en 1905, par deux pommades.

On revoit la malade le 11 juillet 1907, La névrodermite est entièrement guérie.

Obs. III. — 642. — *Eczéma nummulaire du poignet droit.*

8 septembre 1903. — Deux placards, l'un de la taille d'une pièce de 5 francs, l'autre de 2 francs, datant de six mois.

Lésions dentaires bilatérales occasionnant de la douleur de temps à autre, principalement à *droite*, où on trouve *deux racines* irritatives avec rougeur gingivale.

La troisième molaire inférieure semble n'avoir pas évolué (la malade a vingt-et-un ans).

15 septembre. — Intervention dentaire (côté *droit*). Crise de prurit dans le bras *droit*, le soir même.

22 septembre. — Progrès considérable depuis quatre jours.

Le centre de la plaque principale est devenu normal ; la plaque secondaire va encore mieux.

26 septembre. — Nouvelle intervention dentaire (côté droit) « mise en état d'une dent cariée non douloureuse » (Gaumerais). Dans la soirée, légère recrudescence pruritique. Le lendemain matin, on constate à l'élément du poignet un petit conglomérat eczématique qui est certainement jeune, et en même temps, recrudescence des foyers du disque dorsal de la main *droite* non éteints.

29 septembre. — Le placard supérieur est guéri ; le placard inférieur est en très bonne voie (le traitement antérieur était : glycérolé d'amidon, pommade à l'oxyde de zinc et huile de cade).

1er octobre. — Démangeaisons moindres ; en bordure du disque dorsal, deux foyers eczémateux assez vif.

3 octobre. — Il y a encore un peu de douleur à la machoire supérieure *droite*, encore un peu de prurit ; placard dorsal nettement amélioré.

6 octobre 1903. — Intervention dentaire à gauche, suivie de douleur locale : léger prurit à la main droite ; la lésion dorsale touche à la guérison.

16 avril 1904, — La jeune malade revient de Madagascar ; elle nous apprend que la guérison s'est achevée à l'arrivée, avec la pommade employée avant.

Mais, quinze jours après, apparition de vésiculettes qui ne disparaissent jamais depuis. La malade est enceinte de cinq mois et souffre de gastrite.

Obs. IV. — 2010. —*Eczéma vulgaire de l'avant-bras et de la main droite ; soins dentaires.*

Agrandissement de la plaque constaté le 15 avril.

Amélioration de la plaque constatée le 25 avril malgré la continuation des soins du ménage (vaisselle et lavage du linge, une à deux heures par jour).

Obs. V. — 133. — *Eczéma de la lèvre supérieure :* Début il y a quinze jours, en même temps que coryza violent, règles, angine, odontalgie à *gauche* ; troisième molaire inférieure droite en évolution (bourrelet gingival rouge, point néo-dent. sensible).

Obs. VI. — 5189. — *28 janvier. — Eczéma depuis trois semaines à la joue droite, sur léger œdème* (dimension, pièce d'un franc).

Application d'un médicament par un pharmacien.

Augmentation immédiate de l'eczéma au point de vue rougeur et étendue, plaques suintantes de même nature. Lèvre supérieure côté *droit*. Adénopathie bilatérale maxillaire à d*roite*.

Lésions dentaires multiples et bilatérales ; indolores, à *droite*, en regard de la racine de la canine supérieure *droite* rougeur vestibulaire marquée. Extraction de la canine *supérieure droite* (vingt-huit), eczéma diminué, œdème stationnaire.

Toutes les autres racines de *droite* sont extraites (au nombre de six, dont quatre pour le maxillaire supérieur).

6 février. — Eczéma jugal et labial guéri, léger œdème persiste.

Obs. VII. — 5021. — *Eczéma bilatéral du dos des mains.*

Debut il y a deux mois.

Lésions dentaires multiples des deux côtés et sensibles.

7 janvier. — Extraction de la deuxième molaire inférieure *droite,* fistulisée et racine de première molaire inférieure *droite*; suintement des deux côtés, mais surtout à droite.

11 janvier. — Amélioration considérable, surtout à *droite.*

Prurit diminué surtout à *droite,* malgré une légère alvéolite.

25 janvier. — Exaltation de l'eczéma des deux côtés, sans lavages depuis le 18 janvier, mais d'une part, forte poussée d'alvéolite de la deuxième molaire inférieure *droite,* le 26 janvier; d'autre part, *le 17 janvier,* crise dyspeptique et céphalalgie (nul régime) et enfin, règles attendues le 20 janvier et non venues, leucorrhée à la place.

31 janvier. — Accalmie notable malgré ménage, il n'y a plus de troubles digestifs depuis huit jours.

Extraction de racines de la deuxième molaire *inférieure gauche* et de la première molaire inférieure *gauche.*

8 février. — Régression très importante depuis le 31, malgré un peu d'alvéolite et malgré la mastication difficile.

15 février. — Régression eczématique très importante, malgré nul *régime, nul traitement local* (il n'y en a jamais eu).

Règles non apparues depuis le 25 décembre 1907.

22 février. — Quasi-guérison.

7 mars. — Guérison complète malgré lavage de vaisselle. En somme, influence dentaire à peu près pure mais paraissant avoir agi d'emblée à *droite* comme à *gauche,* quoique l'effet maximum ait bien porté à *droite* après les extractions à *droites,* à *gauches* après les extractions à gauches.

Obs. VIII. — 1120. — *Eczéma trichophytoïde du dos de la main gauche.*

23 février 1904. — Début il y a un an (photographie).

Troisième molaire inférieure *gauche,* quatrième degré.

Troisième molaire supérieure *gauche* en éruption.

Jamais de maux d'estomacs.

27 février. — Extraction de la troisième molaire inférieure *gauche* (extraction incomplète, racine antérieure restée, Gaumerais).

27 à 28 février. — Douleur de la mâchoire inférieure côté *gauche.*

Hyperesthésie sous-orbitaire *gauche.*

Adénopathie sensible sous-maxillaire *gauche.*

Nulle sensation à la main *gauche,* ni à la lésion, mais le lendemain de l'extraction apparition en bordure de nouvelles vésicules.

2 au 5 mars. — Grande amélioration de l'aire eczématique.

20 mars. — Quasi-guérison.

25 mars. — Extraction d'une dent supérieure *gauche,* extraction laborieuse.

26 mars. — Démangeaisons du disque eczématique, éruption de nombreuses vésicules en bordure et d'une au centre. Douleur à la mâchoire supérieure *gauche.* Erythrose et hyperesthésie *gauches.*

12 avril. — Quasi-guérison de cette poussée; érythrose et hyperesthésie *gauches* disparues mais hyperthermie *gauche* persiste.

23 avril. — Guérison jusqu'à cette date (21 au 22 avril).

Depuis suppression de pommade à l'oxyde de zinc pendant un jour et demi; dès le lendemain eczématisation légère en bordure du disque.

Toujours hyperthermie *gauche* et un peu d'hyperesthésie sous-orbitaire *gauche;* gingivite à *gauche.*

15 mai. — Toujours hyperthermie *gauche;* toujours quelques papulo-vésicules en bordure de l'ancien disque *gauche.*

21 juin. — Guérison complète depuis quatre ou cinq jours.

Obs. IX. — 4.108. — *26 janvier. — Eczéma des doigts datant de trois mois, à gauche. Peu de chose à droite.*

Douleurs de pression au niveau de la première molaire inférieure *gauche* (2 fistules).

A *droite* deux caries pénétrantes, mais non douloureuses.

29 janvier. — Extraction des trois dents cariées.

2 février. — Amélioration notable de l'eczéma.

Les lavages avaient été suspendus sans amélioration depuis janvier. Pommade à l'oxyde de zinc depuis le 26 janvier. L'amélioration s'est montrée très nettement après le 29 janvier.

Il reste aujourd'hui seulement un peu de rougeur avec fissurations épidermiques.

Obs. X. — 3.005. — *13-26. — Eczéma auriculaire et péri-auriculaire gauche.* Début il y a trois mois.

Nombreuses lésions dentaires bilatérales, maximum à *gauche.* Deux extractions à *gauche* avec *cuisson et prurit* le lendemain, puis accalmie notable.

Adénopathie sensible angulo-maxillaire gauche. Grosse amélioration dans l'eczéma et l'adénopathie quelques jours après l'intervention.

Guérison à peu près complète huit ou dix jours plus tard. Règles à ce moment, sans recrudescence eczématique.

Caféisme important (diminution du café).

Pas de dyspepsie.

Adéno-phlegmon dentaire à *droite* avec extractions multiples de ce côté, un mois et demi environ avant l'apparition de l'eczéma à gauche.

Obs. XI. — 1.968. — *Eczéma nummulaire de la main droite.*

Troisième molaire inférieure *droite* en voie d'éruption.

Sensibilité sous-maxillaire *droite.*

Adénopathie sous-maxillaire *droite.*

Hypertrophie amygdalienne *droite.*

Névralgie sourde du bras droit au moment de la poussée d'eczéma.

Obs. XII. — 147. — *Eczéma impétigo de la face et des lèvres* (photographie).

Début en février 1903 avec céphalées, épistaxis répétées à la lèvre supérieure, moustache en voie de pousse (vingt ans). Prurit de la lèvre supérieure.

Abcès et fluxion *gauches* (fin février 1903).

Les deux dents de sagesse inférieures en évolution avec points néo-dentaires sensibles.

Érythrose faciale et prurit post-prandiaux.

Cautérisation des bourrelets gingivaux (9 mars 1903).

Pas de réaction notable. La lésion labiale n'est plus en voie d'extension.

Néo-placard mento-labial (11 mars 1903).

Petite poussée eczématique diffuse (11 mars 1903).

Dysphagie à maximum gauche (11 mars 1903).

Après lavage de la figure, placards rouges, éphémères.

Amélioration générale depuis le 16 mars.

13 avril. — Quasi-guérison.

Note. — Conjonction d'excitations endo-cutanées pilaires avec excitations dentaires et gastriques.

Obs. XIII. — 858. — Coexistence d'*eczéma rétro-auriculaire, gauche* avec point sous-orbitaire très vif à *gauche*.

Odontalgie antérieure, mais à *droite*.

Obs. XIV. — 769. — *Prurit et séborrhéides médianes de la nuque.* Début il y a trois ans.

Gingivite chronique intense; grosse varice sous-linguale. Dyspepsie.

Obs. XV. — *Observation de Lebar* (1). — Eczéma nummulaire du dos de la main *droite*. Début il y a cinq mois.

Tous les muscles et nerfs du membre supérieur sont hypersensibles à *droite*.

La dent de sagesse inférieure *droite* est en évolution douloureuse depuis plusieurs mois; chaque poussée est caractérisée par de la douleur locale spontanée et provoquée par le mouvement; en outre, léger degré de frissons, la dent est recouverte d'un bourrelet gingival rouge et tuméfié.

La région sous-angulo-maxillaire est sensible et empâtée.

Or, le placard d'eczéma s'efface et guérit à peu près complètement dans l'intervalle des crises et reparaît avec elles toutes les cinq à six semaines.

De ces observations il appert :

1° Qu'il existe bien un rapport entre les lésions dentaires et l'eczéma;

2° Son existence est prouvée expérimentalement par la recrudescence des réactions observées au niveau des placards eczématiques comme suite immédiate d'une intervention portant sur le système maxillo-dentaire.

C'est ce qui s'est passé pour le malade qui fait l'objet de notre observation III où l'on voit une crise de prurit survenir après une première intervention, puis une légère eczématisation survenir après une deuxième intervention. Dans l'observation VIII une extraction laborieuse est immédiatement suivie de prurit et d'une nouvelle éruption. Même phénomène dans l'observation IV, etc. ;

3° L'origine dentaire est encore prouvée par l'abaissement durable du taux des phénomènes réactionnels qui succèdent rapidement à la courte recrudescence notée immédiatement après l'intervention. Ainsi dans l'observation IV dont nous avons déjà parlé et où l'intervention avait été suivie immédiatement de l'agrandissement de la plaque eczématique, l'amélioration notable se fait rapidement sentir (dix-huit jours après l'intervention), malgré la persistance des excitations d'origine extérieure (vaisselle et lavages prolongés);

4° Il est très important de faire remarquer qu'il est très rare de trouver, comme cause d'eczéma, l'irritation dentaire à l'état pur. Généralement, coexistent d'autres irritations et c'est de leur conjugaison à un même niveau que résulte la lésion cutanée. Nous notons, par exemple, dans l'observation I en plus de nombreuses lésions dentaires, de la *dyspepsie;*

(1) E. Lebar : *Hyperesthésies systématisées et troubles connexes.* Thèse de Paris, 1906, page 50.

5° Thérapeutiquement on peut encore démontrer l'existence de l'eczéma d'origine dentaire. Il y a en effet des eczémas traités par la méthode ordinaire (pansements simples, pommades) et qui ne sont nullement améliorés par ces traitements quelque longtemps qu'on les poursuive. Supprime-t-on les irritations répercutées au niveau des placards eczématiques, on voit sans autre traitement de la lésion elle-même diminuer l'intensité des phénomènes pathologiques observés; reprend-on alors le traitement local qui avait échoué antérieurement, il agit rapidement et sûrement. Un bon exemple de ces faits nous est fourni par l'observation VII où l'on voit se produire une régression très importante d'abord, puis la guérison survenir en deux mois sans nul autre traitement que l'intervention dentaire.

Pour faire saisir d'une façon tangible l'influence de la suppression des irritations dentaires en rapport avec l'eczéma, notons sous forme de statistique que, sur quinze observations :

Sept fois un mieux notable de l'eczéma ou du prurit s'est manifesté aussitôt après l'intervention (quelques heures à quelques jours);

Cinq fois l'intervention a été suivie de recrudescence des différents phénomèmes (prurit, eczématisation), mais cette recrudescence était chaque fois de courte durée et était suivie elle-même d'amélioration rapide;

Trois fois des éléments nouveaux se sont développés autour des lésions anciennes, mais se sont flétris rapidement sans tendance aucune à persister.

L'eczéma d'origine dentaire n'est qu'un mode de réaction particulier, spécialisé des irritations gingivo-dentaires dont la théorie générale a été si magistralement exposée par notre maître, M. le docteur Jacquet. Nous ne croyons mieux faire en terminant et pour aider à une compréhension plus nette des idées que nous avons émises au sujet de l'eczéma, que de recommander à tous nos confrères la lecture du si remarquable, si concis et si judicieux *Essai des répercussions cutanées des irritations gingivo-dentaires*, présenté il y a deux ans à Cherbourg, à la Section d'Odontologie de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

M. Henri-Em. CRAMER

NÉVRALGIE OCULAIRE D'ORIGINE DENTAIRE

— 7 août —

Les cas de névralgie oculaire d'origine dentaire, pour n'être pas fréquents, ont cependant été signalés par suffisamment d'auteurs, oculistes ou dentistes, français ou étrangers, pour que leur existence ne soit pas susceptible d'être mise en doute.

Aussi, n'avons-nous pas l'intention de montrer spécialement aujourd'hui, par l'examen de nouveaux faits, le bien-fondé de cette donnée étiologique. Mais nous avons eu la bonne fortune d'observer longuement et de suivre jusqu'au bout un malade atteint de névralgie oculaire. Bien plus, ce malade (1), qui est actuellement un interne des hôpitaux de Paris, des plus distingués, a noté lui-même, au jour le jour, avec une minutie et une précision dont pouvait seul être capable un médecin rompu aux finesses de l'observation, tous les phénomènes ressentis pendant la durée de sa maladie et les circonstances au milieu desquelles ils se sont produits.

C'est donc plus qu'une observation qu'on va lire, c'est une *auto-observation* complétée et contrôlée par les examens successifs d'un médecin dont l'autorité ajoute encore à la valeur de ce document, M. le docteur L. Jacquet, médecin de l'hôpital Saint-Antoine. Et, enfin, en ce qui concerne proprement notre spécialité, nous avons nous-même examiné le malade à plusieurs reprises, et l'on pourra lire au cours de l'observation les interventions sur le système gingivo-dentaire que nous avons été amené à pratiquer et leurs diverses conséquences. Aussi croyons-nous nécessaire de publier cette observation en entier malgré sa longueur, ceci afin de mettre le lecteur à même de vérifier le bien-fondé des déductions que nous pensons être autorisé à tirer de l'histoire de cette névralgie dentaire.

Le jeudi soir, 14 février 1907, vers minuit, au moment de me coucher, j'éprouve un certain malaise, une sensation de froid. Je tousse et j'éternue une dizaine de fois. J'ai aussitôt une douleur sourde dans la région temporale droite. Je m'endors difficilement.

Le lendemain 15 février, il existe une douleur assez vive dans l'œil droit ; j'ai la sensation d'avoir reçu un coup sur l'œil.

Cette douleur persiste, lancinante, continuelle toute la matinée du vendredi 15, avec petites crises paroxystiques.

Je suis examiné le matin même par M. Jacquet.

Il y a douleur à la pression des globes oculaires, mais avec prédominance très nette à droite.

Le point sus-orbitaire droit est très douloureux.

Le gauche est sensible, mais non douloureux.

La différence est très grande.

Même différence, un peu moins marquée cependant au niveau des points sous-orbitaires, sous angulo-maxillaires, occipitaux, la douleur étant moins violente à droite que pour le point sous-orbitaire.

La bouche est examinée; on voit poindre sous la gencive supérieure droite la racine palatine de la dent de six ans. La gencive autour est rouge.

A gauche, en bas, première molaire cimentée, un peu sensible, non douloureuse.

A gauche, en haut, dent de six ans, cimentée le mercredi 13 février, non douloureuse.

(1) J. Luzoir, interne des hôpitaux de Paris, ancien externe de M. le docteur Jacquet, à l'hôpital Saint-Antoine.

Il n'y avait pas plus de quatre jours que j'avais senti en passant ma langue sur ma gencive, à la place d'une dent enlevée trois ans auparavant pour carie infectée, poindre le « chicot ».

Toute la journée du vendredi, même état douloureux : 1 gramme d'antipyrine à 2 heures et demie.

Soulagement pendant quelques heures, puis reprise avec céphalalgie frontale marquée.

Je m'endors difficilement comme la veille; mais la nuit est bonne.

Au réveil, le samedi 16, pas de douleur. A peine, celle-ci, très atténuée, reparaît-elle dans la matinée pendant un séjour d'une demi-heure en omnibus non caoutchouté.

L'examen thermométrique, au niveau des régions malaires, donne :

A gauche, 32°,2.

A droite, 33 degrés.

Le mardi 19 février. — Sensibilité, au peigne, du cuir chevelu du côté droit (région pariétale droite). Sensibilité de la gencive au niveau de la dent (supérieure gauche) cimentée récemment.

Il y a moins de rougeur de la gencive autour de la racine apparue depuis une huitaine.

Celle-ci est plus incluse que le 16, dans l'alvéole ; on la voit à peine.

Examen thermométrique.

Régions malaires.

A droite, 32°,3.

A gauche, 32 degrés.

Cuir chevelu (à travers les cheveux). Région pariétale supérieure.

A droite, 31°,4.

A gauche, 32°,3.

5 mars. — Depuis une quinzaine, au moins, j'ai moins d'appétit au repas du soir, que je prends le plus souvent à contre-cœur. Je ne m'explique pas, d'ailleurs, pourquoi, car je n'ai pas eu, immédiatement du moins, de surmenage. (Mais depuis cinq mois j'ai beaucoup travaillé sans discontinuer.)

Les digestions sont pénibles. Lourdeurs. Travail moins facile.

Aujourd'hui, après un déjeuner un peu plus abondant, et un peu plus indigeste (bœuf à la sauce et légume), absorbé peut-être un peu plus gloutonnement. Malaise toute la journée. L'appétit était exagéré.

Le soir, je dîne d'un œuf à la coque et de quelques cuillerées de potage.

6 mars. — Avant le déjeuner, en lisant dans le Métro, quelques élancements douloureux dans la région orbitaire droite. Durée : Une à deux minutes.

Un quart d'heure plus tard, en arrivant chez moi, on me fait constater une rougeur très nette du côté droit de la face, alors que je ne ressens plus aucune douleur.

Je déjeune assez bien, lentement (quarante minutes), je me rationne. Pendant le repas, quelques élancements dans l'œil droit. Après le repas, malaise, lourdeur de tête.

Je vais chez M. Cramer, décidé à me faire extraire ma racine (droite).

M. Cramer, après cocaïne m'enlève ladite racine, sans douleur, quelques traînées sanglantes et adhérentes à la racine font dire à M. Cramer qu'il y avait « arthrite » alvéolo-dentaire.

Une demi-heure après l'ablation (vers 4 heures) jusqu'au moment où je m'endors (11 heures), douleur assez vive au niveau de la gencive molestée et de

la dent voisine sur laquelle on avait pris point d'appui et simultanément réveil des douleurs oculaires, droites, continuelles mais peu intenses toutefois.

Le soir, j'avais peu d'appétit. Un œuf.

7 mars. — Le matin, aucune douleur, pas de maux de tête. Je déjeune d'assez bon appétit, très lentement. L'après-midi, lourdeur de tête jusqu'à 6 heures du soir.

Au dîner, peu d'appétit. Un œuf.

8 mars. — Déjeuner de bon appétit. Journée bonne. Dîner. Viande et légumes, digestion pénible. Vers 10 heures du soir, douleur oculaire droite durée quinze secondes environ, avec irradiation à l'œil gauche.

Bonne nuit.

9 mars: — Aucune douleur spontanée. Mais le contact du thermomètre (région malaire droite) réveille pendant une demi-minute, une très légère douleur de l'œil droit.

Région malaire droite, 29°,4.

Région malaire gauche, 28°,9.

11 mars. — Le matin, céphalée, quelques élancements douloureux dans l'œil droit. Les gencives à droite et à gauche sont « agacées ».

12 mars. — Purgation et repos.

L'état de sensibilité douloureuse des gencives persiste.

Ma dent cimentée à gauche (en haut) est douloureuse surtout au niveau de la gencive.

Dans l'après-midi, douleur assez vive au niveau du conduit auditif externe à *gauche*.

Je pense à un furoncle.

La douleur persiste jusqu'au soir et disparaît.

13, 14, 15 mars. — État de malaise général.

Ma dent cimentée à gauche m'exaspère de plus en plus. Mon œil droit de temps en temps me fait souffrir, surtout si je fais effort pour lire.

L'œil gauche aussi s'en mêle.

Ce sont alors de petites douleurs très fugaces et très peu vives, qui ont le don de me déprimer. Mais ces douleurs n'ont jamais eu le caractère d'acuité des premières, antérieures à l'avulsion de la racine droite. Il y avait une très grande différence et en intensité et en durée. C'était des agacements plutôt que des névralgies, comme lors de la première crise.

Les dents, à droite et à gauche. En haut et en bas,

L'oreille gauche,

L'œil droit,

L'œil gauche,

sont tour à tour intéressés.

Lourdeur de tête persistante. Appétit mauvais. Digestions pénibles. Je suis fatigué, irritable, émotif à l'excès.

Je sens que je ne suis plus dans la norme.

16 mars. — M. Cramer me désobture la première molaire supérieure gauche, ce qui réveille pendant plusieurs heures le cortège de mes « petites douleurs ».

Pansement compressif et douloureux.

17 mars. — Le pansement me fait souffrir.

18 mars. — On l'enlève sans en remettre d'autre.

Lavages de bouche à l'eau chaude.

19 mars. — Grand soulagement du côté dentaire et gingival.

20 mars. — Je pars à la campagne où je vais vivre « animalement ».

Je me lève tard, me couche tôt, me promène.

La céphalée disparaît la première.

23 mars. — Dès le troisième jour mon appétit revient.

Les digestions ne sont pas encore parfaites. Quelques brûlures et flatulences (je mange lentement, mais la cuisine est un peu épicée).

De temps à autre un agacement oculaire, à droite (peu violent), me reprend pendant quelques instants, ou bien sensation analogue dans la région temporale droite.

Les dents vont beaucoup mieux. Les gencives sont encore un peu « sensibles ».

La dent décimentée n'est plus spécialement douloureuse.

25 mars. — Grande amélioration générale.

Je digère bien, je dors bien. Mon moral est excellent. Encore de petits élancements douloureux dans l'œil droit, mais qui ne m'affectent plus.

26 mars. — Mes gencives droites m'agacent un peu. Un badigeonnage à l'aconit et iode fait très bien.

27 mars. — Toujours excellent état général. Promenades à bicyclette.

28 mars. — A la suite de « misères pneumatiques » renouvelées qui me demandent une grande dépense de vaine activité et m'obligent à rentrer à pied, j'ai chaud, le vent sèche la sueur sur mon front. Ma douleur oculaire droite me reprend, mais j'en suis quitte pour la peur, car elle n'a duré que quelques instants et ne s'est pas reproduite.

31 mars. — Je rentre à Paris en excellent état.

Je me remets au travail avec ardeur et depuis cet état s'est maintenu excellent.

De temps en temps, une ou deux fois par semaine, j'ai comme une « ébauche » de névralgie oculaire droite et quelquefois aussi gauche, aussitôt avortée.

25 avril. — Ayant eu un peu froid le matin (vers 6 heures), j'éternue une douzaine de fois.

La névralgie oculaire droite (beaucoup moins violente que la première) revient, toujours légère, mais elle persiste pendant au moins un quart d'heure.

Elle revient à deux ou trois reprises pendant quelques minutes dans la matinée.

Température :

Région malaire droite, 28 degrés.

Région malaire gauche; 27°,6.

2 mai. — Depuis rien d'analogue.

Température :

Région frontale au-dessus de l'arcade sourcillère.

Droite, 26°,7.

Gauche, 26°,7 1/2.

14 mai. — J'ai encore eu quelques velléités insignifiantes de douleurs, à droite comme à gauche, au niveau des yeux.

Température :

Région malaire droite, 28°,9.

Région malaire gauche, 28°,2.

Région sous-orbitaire droite; 29°,9.

Région sous-orbitaire gauche, 29 degrés.

26 mai. — Depuis une huitaine, la dent décimentée et non pansée à gauche est un peu douloureuse au contact des aliments.

Les petites « douleurs oculaires » se montrent un peu plus fréquentes, mais sont toujours aussi insignifiantes.

27 mai. — Il existe encore une différence appréciable entre la sensation ressentie par pression des points sous-orbitaires à droite et à gauche.

A droite, il y a douleur.

A gauche, c'est seulement sensible.

9 août 1907. — Revenu voir M. Cramer pour quelques douleurs lancinantes du côté gauche, extraction laborieuse de la 6 HG il y a un mois et demi environ.

Cette dent présentait à sa face postérieure (interstitielle) une carie pénétrante I qui avait passé inaperçue.

Vu M. Jacquet, il y a trois à quatre semaines, en très bon état et déclarant que la dernière extraction l'a débarrassé de toute douleur.

13 août. — C'est au début du mois de juillet que M. Cramer m'a extrait laborieusement la première grosse molaire supérieure gauche. Celle-là même qu'il avait successivement cimentée et décimentée partiellement comme cela est noté plus haut.

Si, à ce moment, j'ai été trouver M. Cramer, c'est que ma dent depuis quelques semaines me taquinait un peu.

J'avais remarqué aussi que mes velléités de névralgies oculaires (toujours aussi fugaces et aussi insignifiantes) étaient un peu plus fréquentes depuis quelque temps, aussi bien *à droite* qu'*à gauche*.

En m'examinant, M. Cramer trouva une carie postérieure de la dent en question, dont il m'avait soigné déjà une carie antérieure.

L'exploration au stylet était très douloureuse; aussi demandai-je à M. Cramer d'abréger mes souffrances en m'enlevant la dent elle-même, ce qu'il fit. — *La carie postérieure était pénétrante et certainement d'ancienne date,* elle avait passé inaperçue; c'est probablement ce qui explique ces névralgies tant auriculaires qu'oculaires à *gauche,* alors que la raison cause de la *névralgie droite* était enlevée et que la carie antérieure de la première molaire supérieure gauche était soignée.

Elle explique aussi la persistance de la gingivite gauche, signalée dès l'observation.

Depuis l'avulsion, j'ai encore eu quelques douleurs insignifiantes dans l'œil *gauche,* mais voilà au moins une quinzaine que je ne ressens plus rien du tout.

J'ajoute que dans les trois semaines qui ont suivi l'avulsion de la molaire gauche, j'ai éliminé, au niveau de la gencive molestée, à trois ou quatre reprises, de petits débris d'alvéole qui émergeaient de la gencive et tombaient généralement le lendemain du jour où ils étaient devenus perceptibles à la langue.

17 août. — Je prends le train pour un parcours d'une centaine de kilomètres. Pendant la fin du parcours, je sens quelques douleurs au niveau de mon *œil droit,* ce que j'attribue à ce fait que la glace de la portière était baissée et que je recevais le courant d'air en pleine figure. Je change de place, les douleurs se répètent à deux ou trois reprises, elles sont brèves, mais légèrement aiguës.

Durant la soirée, j'ai encore quelques élancements. Bonne nuit.

18 août. — Un ou deux élancements **droits** dans la journée, bien moins vifs que la veille.

Mais en mangeant, j'ai un peu mal au niveau de la gencive supérieure **gauche** (dernière dent enlevée).

19 août. — Au réveil, ma gencive me fait vraiment mal, je presse avec mon doigt, il sort *un peu de pus.* Lavage de bouche.

Pas d'élancements dans l'œil droit.

20 août. — Tout est fini.

J'ajoute que pendant les cinq ou six jours suivants j'ai fait beaucoup d'exercices assez violents, entre autres des promenades à bicyclette, *en côte*, qui m'ont quelquefois donné mal à la tête, mais que je n'ai pas souffert de mon œil droit.

Début d'octobre 1907. — Je me suis remis au travail depuis le 1er septembre. Je me sens un peu fatigué (gastriquement). Mes digestions sont un peu difficiles. Troubles dyspeptiques, céphalée légère. Après deux à trois jours de cet état, mon *œil droit* me taquine à nouveau.

Je me purge. Le lendemain je me sens mieux sensiblement au point de vue des troubles digestifs, mais je suis un peu surpris de conserver la céphalée et les petites névralgies oculaires droites.

Je reprends néanmoins mon travail, que j'avais interrompu ; le soir, en passant ma langue au niveau de la gencive supérieure *droite* (chicot enlevé), je perçois une petite aspérité. Je montre ma gencive aux miens, qui me disent voir une petite saillie blanche à ce niveau. On essaie de l'enlever avec une pince fine, mais il n'y a pas de prise et on n'aboutit à rien.

Le lendemain matin, l'aspérité est toujours là. Mon œil droit ne me fait plus mal. Le soir, après le dîner, elle avait disparu.

Fin novembre 1907. — Depuis le dernier épisode, je n'ai eu à me plaindre ni de mon œil, ni de mes dents ou gencives.

Mais voici, à nouveau, que je suis repris d'un mauvais état gastro-intestinal, hyperchlorhydrie, avec céphalée, et encore une fois mon œil droit me fait mal. Ce ne sont pas des douleurs aiguës, mais lancinantes, me donnant l'impression d'une sorte de pesanteur douloureuse au niveau de l'œil droit.

Cela dure trois à quatre jours ainsi, puis ma gencive *inférieure droite*, en arrière de la dent de sagesse, enfle et devient douloureuse.

Le lendemain, persistance du bourrelet gingival postéro-inférieur droit, et, en plus, ma gencive *supérieure droite* (au niveau du chicot enlevé) me fait mal. Un de mes camarades de Necker me badigeonne ces endroits à la teinture d'iode. (Persistances de la céphalée et des élancements de l'œil droit.)

Le jour suivant, en passant ma langue au niveau de ma gencive *supérieure droite*, je sens, comme déjà deux mois avant, quelque chose poindre sous ma gencive.

Le camarade qui, la veille, m'avait badigeonné à l'iode, regarde et me dit voir une petite aspérité blanche, douce au toucher, mais émergeant peu. Teinture d'iode. La gencive autour est un peu rouge. Ce jour-là, mon œil droit me laisse en repos, à peine ai-je quelques petits élancements à la fin de la soirée. Les troubles digestifs persistent encore.

Le lendemain. — Teinture d'iode sur les gencives malades. Le bourrelet inflammatoire inférieur droit a disparu ; à la mâchoire *supérieure droite*, la gencive est moins rouge autour du *séquestre*, toujours net. Celui-ci tombe tout seul pendant le repas du soir.

Grande amélioration gastro-intestinale. Plus de céphalée ni de névralgies.

A deux reprises donc, depuis deux mois, il y a eu au niveau de la gencive supérieure droite (chicot enlevé) élimination de deux petits séquestres alvéolaires probablement. Ces éliminations ont toujours été précédées et accompagnées, mais *précédées* surtout, d'un cortège de troubles gastro-intestinaux, céphalalgiques et névralgiques droits.

J'insiste sur ce fait que les élancements névralgiques [moins vifs que lors de ma

première crise (février 1907)] *ont toujours précédé de plusieurs jours l'apparition du séquestre et ont diminué de fréquence et d'intensité aussitôt celui-ci apparu.*

20 janvier 1908. — J'ai, depuis, passé mon écrit d'internat, c'est dire que je me suis beaucoup fatigué. Je n'ai pas eu trop à me plaindre de mon œil droit. Depuis six semaines, c'est à peine si j'ai eu quelques élancements.

La lecture de ma première copie d'internat est proche; je suis un peu énervé, je digère moins bien, j'ai quelques élancements au niveau de *l'œil droit.*

Cela va ainsi pendant quelques jours.

Le soir de la lecture, mon œil droit me taquine un peu plus.

17 février. — Depuis le jour de la lecture, les élancements de l'œil droit se sont renouvelés à plusieurs reprises, entre autres deux fois avec une certaine intensité.

Il y a une huitaine, il m'a semblé sentir une petite aspérité au niveau de ma gencive supérieure droite (chicot enlevé).

J'y ai fait regarder par un camarade, qui m'a dit ne *rien voir de blanc* émerger de la gencive, mais seulement que celle-ci était peut-être un peu rouge.

Toujours est-il que cette sensation d'aspérité purement tactile (langue) a persisté deux jours. Ce petit incident n'a pas répondu d'ailleurs à une exacerbation des élancements douloureux qui ont persisté, subaigus jusqu'aujourd'hui.

Depuis trois jours *(toujours le 17 février)*, j'ai des élancements un peu plus fréquents.

Ma gencive supérieure *gauche*, au niveau de la molaire enlevée en juillet, est légèrement sensible au contact des aliments de consistance dure. Cela est, d'ailleurs, absolument insignifiant. J'ai eu, le 16, une crise d'hyperchlorhydrie très douloureuse.

18 février. — Je n'ai pas eu d'élancements de l'œil droit. La sensibilité de la gencive en hauteur et à gauche n'existe plus.

19 février. — Je me suis purgé.

20 février. — Depuis deux jours que je me repose, je n'ai plus eu aucun élancement au niveau de l'œil droit.

J'ajoute que, depuis un mois, la recherche de places et la préparation de mon oral m'ont beaucoup énervé et préoccupé.

Cette observation nous montre d'abord que le malade *n'a pas souffert de sa névralgie oculaire d'une manière continue.* Il a eu, au contraire, des périodes de crises suivies chaque fois de périodes de calme. Ces crises furent au nombre de *cinq.*

La première dure *trente-quatre jours* (14 février-19 mars) et peut se décomposer en une période de *grande névralgie* oculaire droite (vingt-deux jours) et une période de *moindre névralgie* bioculaire (douze jours).

La deuxième dure *trente jours* (25 avril-25 mai) et intéresse seulement l'œil droit.

La troisième dure *huit jours* (13 août-20 août) et intéresse les deux yeux.

La quatrième dure *trois jours* (début d'octobre).

La cinquième dure *un jour*, ou plus exactement elle est composée de journées, quelquefois même simplement d'instants, de névralgie oculaire, survenant à des intervalles éloignés, au cours d'un laps de temps égal à trois mois environ (novembre 1907 à fin janvier 1908). En d'autres termes, six à sept journées ou moments de névralgie en quatre-vingt-dix jours.

Un fait frappe tout d'abord, c'est la durée *décroissante* des crises de névralgie (trente-quatre, trente, huit, trois jours). Nous aurons à l'expliquer. Mais, pour ce faire, il est nécessaire de rappeler quelles étaient les irritations dentaires existant avant l'apparition de la névralgie.

Ces irritations émanaient de la mâchoire supérieure et elles intéressaient deux dents symétriques, les deux dents de six ans.

La dent de six ans supérieure DROITE n'était plus représentée que par sa racine palatine à demi-recouverte par la muqueuse gingivale et atteinte d'*arthrite chronique.*

La dent de six ans supérieure GAUCHE, au contraire, possédait toute sa couronne et présentait deux caries : une carie mésiale non pénétrante, obturée ; une carie disto-cervicale pénétrante, qui ne fut reconnue qu'à la longue et qui détermina à un moment donné une *pulpite aiguë*, puis, ayant été extraite, de l'*alvéolite* et l'élimination successive de petits séquestres.

Donc, bien avant l'apparition de la névralgie oculaire, le malade avait une *arthrite chronique* et pour le moins une *pulpite subaiguë.*

Une première question se pose : Pourquoi, étant donnée l'existence déjà ancienne de ces irritations, la névralgie attend-elle le 14 février 1907 pour se déclarer? C'est que quelques mois avant la crise un facteur pathologique important est entré en scène : *le surmenage.*

Le malade vient, en effet, d'ajouter à son travail quotidien de nombreuses heures supplémentaires pour la préparation du concours de l'internat. Tant que le facteur d'irritation dentaire, qui est, nous le savons, le plus important, a agi seul, il a été impuissant à produire la névralgie. Pour le rendre efficace, il a fallu *l'adjonction* d'un autre facteur, à savoir l'excitation des centres nerveux, du cerveau en particulier, par le surmenage intellectuel.

Ainsi donc il a fallu, pour faire se déclancher la névralgie oculaire, que le surmenage vint s'ajouter aux irritations dentaires. Mais sous la dépendance de quelle lésion dentaire se produisent ces crises successives et quelle est leur intensité? La première crise est en quelque sorte double.

La période de grande névralgie de vingt-deux jours est causée par une poussée d'arthrite développée autour de la racine de la dent de six ans supérieure *droite*. La névralgie oculaire est *droite*, elle est extrêmement importante, « douleurs lancinantes, continuelles, avec paroxysmes ». On extrait la racine. Les douleurs deviennent bi-latérales. Ce qui s'explique par ce fait qu'à ce moment commence la crise de pulpite à *gauche. Malgré l'entrée en scène de ce nouveau facteur d'irritation, on voit, comme suite à la suppression de la racine droite, baisser considérablement le taux des douleurs névralgiques à droite*, qui, pendant cette période, « n'ont jamais l'acuité des premières, antérieures à l'avulsion de la racine, et sont mieux caractérisées par une sensation d'agacement que de névralgie vraie ».

Chose remarquable, et que nous avons expliquée par avance, cette crise cesse malgré la persistance de l'irritation dentaire, dont on ignorait alors l'origine, sous l'*influence de la suppression du surmenage*. Le malade part, en effet, à la campagne, et mène une vie purement végétative, exempte de toute fatigue intellectuelle et coupée de distractions agréables.

Dans les premiers jours d'avril, retour à Paris, reprise du travail. L'accès de pulpite subaiguë, antérieur au séjour à la campagne, s'est calmé. Aucun trouble névralgique. Mais, vers le 14 mai, la dent devient sensible et détermine d'abord des douleurs provoquées, en particulier, par la pression des aliments, puis des douleurs spontanées. C'est une crise de pulpite aiguë qui commence. A ce moment, reprise de la névralgie oculaire sous forme de « petites douleurs ».

Consulté (15 juillet), je trouve enfin une carie disto-cervicale pénétrante et, cédant au désir du malade, j'extrais la dent de six ans supérieure *gauche*. Immédiatement, cessation de la névralgie oculaire.

Du 13 au 20 août, nouvelle crise, en rapport avec l'élimination de petits débris alvéolaires. Le malade n'a plus que des douleurs oculaires « fugaces et insignifiantes ».

Au début d'octobre, petite poussée de névralgie oculaire droite, déterminée probablement par une crise de dyspepsie, qui cède sous l'influence d'un purgatif — en même temps que la névralgie.

Enfin, réparties sur trois mois, six à sept journées de « petites douleurs oculaires » correspondant chaque fois au travail d'élimination d'un séquestre alvéolaire. L'influence de ce facteur sur l'apparition de la névralgie est indéniable. L'auto-observation l'a bien noté : « J'insiste sur ce fait que les élancements névralgiques ont toujours précédé de plusieurs jours l'apparition du séquestre et ont diminué de fréquence et d'intensité, aussitôt celui-ci disparu. »

Ainsi, l'*intensité* des crises névralgiques suit une marche parallèle à leur *durée*, elle est *décroissante* et passe par des transitions graduées des douleurs « lancinantes continuelles paroxystiques » à des douleurs « fugaces et insignifiantes ». La durée et l'intensité décroissantes des crises s'expliquent par la diminution des *irritations dentaires* elles-mêmes. Lors de la première crise, il y a deux sources d'irritation dentaire : l'une, très importante, représentée par l'arthrite de la dent de six ans supérieure *droite ;* l'autre, moins importante, représentée par la pulpite subaiguë de la dent de six ans supérieure *gauche*.

Lors de la seconde crise, qui est moins longue et d'intensité relativement peu considérable, il n'y a plus qu'une seule irritation encore importante, la pulpite de la dent de six ans supérieure *gauche*.

Enfin, lors des crises suivantes, dont la durée et l'intensité diminuent de

plus en plus, il n'y a plus que des causes d'irritation minimes représentées par l'élimination de petits séquestres alvéolaires.

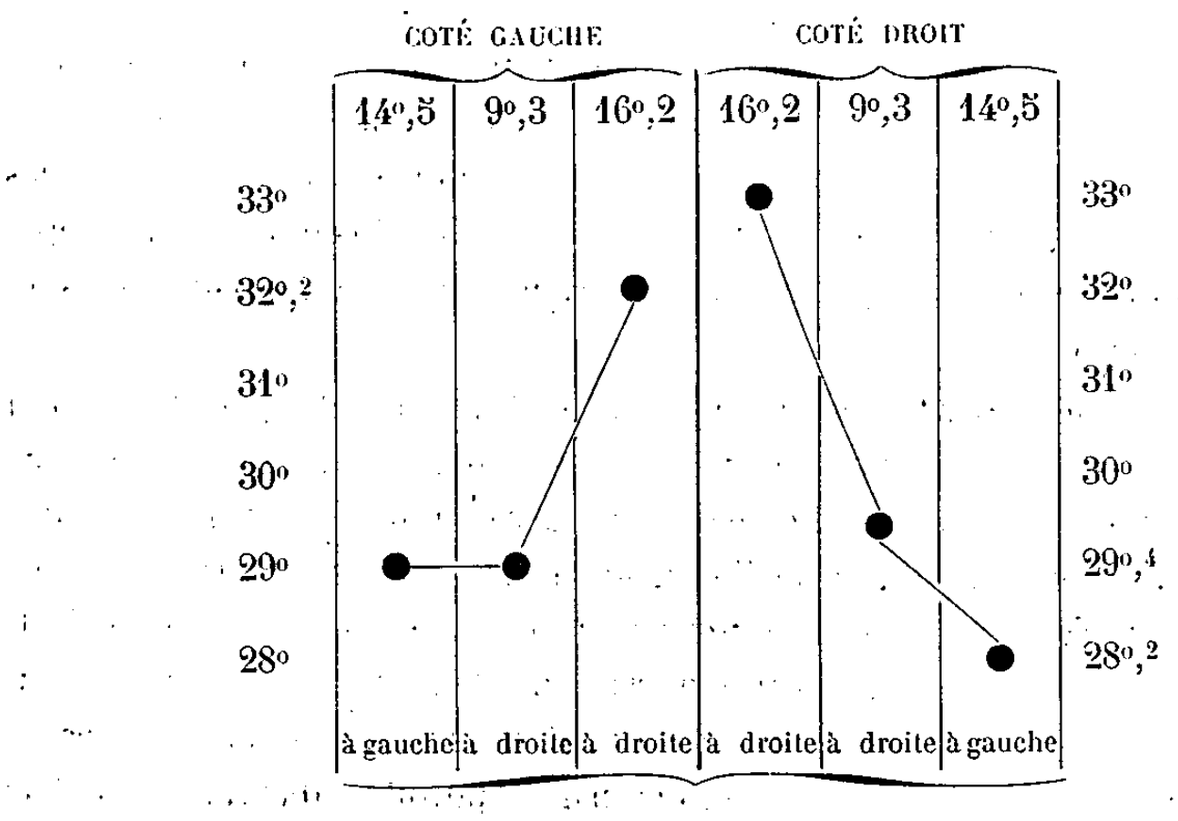
Un point que nous tenons à mettre en lumière et sur lequel notre maître, M. le Dr Jacquet, a souvent attiré notre attention, c'est la valeur de la névralgie latente sous-orbitaire comme indice de probabilité de l'origine dentaire d'une irritation.

On peut dire que presque chaque fois qu'on trouve d'un côté un point sous-orbitaire sensible, il y a quelque chose de dentaire de ce côté. Notre observation, on l'a vu, démontre une fois de plus le bien-fondé de cette constatation clinique.

Mais un des résultats des plus remarquables et des plus intéressants est celui fourni par l'examen des températures locales malaires. En premier lieu, elles présentent d'une façon constante leur maximum du côté de la lésion maxima. Quand la grosse irritation dentaire est *droite*, le maximum thermométrique est *droit ;* quand l'irritation devient prédominante à *gauche*, le maximum thermométrique est noté à gauche. Mais ce qui est plus remarquable encore, c'est la courbe thermométrique elle-même, qu'on voit fléchir à mesure que décroît l'intensité des irritations dentaires.

C'est ainsi qu'au début, alors qu'on notait des températures de 33 degrés, on ne note plus à la fin qu'une température de 28 degrés.

D'ailleurs, le tableau suivant montrera d'une façon plus saisissante ces constatations thermométriques.



Maximum d'irritation.

En résumé, nous le voyons, dans cette observation, le parallélisme est complet entre l'intensité de l'irritation et l'intensité des réactions.

A grande irritation, grande répercussion, longue répercussion, forte

élévation thermique ; à petite irritation, petite répercussion, brève répercussion, faible élévation thermique.

Une fois de plus, se trouve vérifié par la clinique le bien-fondé de la théorie générale des répercussions des irritations d'organes, soutenue par notre éminent maître, M. le Dr Jacquet ; une fois de plus est mise en évidence la valeur des irritations dentaires, comme sources de répercussions sensitives.

M. Charles GAUDRON

LE CORYLOFORME, ANESTHÉSIQUE GÉNÉRAL

— 7 août —

J'ai l'honneur de vous présenter un anesthésique général : le *Coryloforme*, produit qui est un mélange en proportions déterminées et exactement dosées de :

Coryl.	Chlorure d'éthyle	95 0/0
	Chlorure de méthyle. . .	
Bromure d'éthyle.		5 0/0

Si l'on considère les points d'ébullition très différents de ces liquides :

Le chlorure d'éthyle . . .	bout à	+ 12°,5
Le chlorure de méthyle. .	—	— 20 degrés
Le bromure d'éthyle . . .	—	+ 38 degrés

on conçoit les soins constants qui doivent être apportés à la préparation du mélange, tant au point de vue de la pureté des composants que de leur dosage, afin d'obtenir un produit toujours identique à lui-même, par suite produisant toujours les mêmes effets.

Le *Coryloforme* est un liquide mobile, incolore, il possède une odeur éthérée très agréable, aussi la plupart des malades inhalent-ils ses vapeurs sans répugnance, ni dégoût. Il est très volatil, aussi pour l'introduire dans les petites ampoules de verre est-il nécessaire de le frapper à 20 degrés en employant des procédés spéciaux. Les ampoules en verre jaune destinées à en assurer la bonne conservation ont une contenance de 3-5 et 10 centimètres cubes. Elles sont fermées au chalumeau ; par suite le liquide n'étant pas en communication avec l'air extérieur, ne peut s'évaporer et se conserve indéfiniment, pouvant être ainsi transporté à de longues distances.

Avant d'aller plus loin, nous devons nous demander si le Coryloforme a fait ses preuves, s'il a été employé un nombre de fois suffisant sans accidents, en un mot, si nous pouvons y avoir recours sans appréhension. A ce sujet, les observations recueillies sont des plus concluantes et nous

n'hésitons pas à affirmer que le Coryloforme est l'anesthésique de choix, pour tous ceux pratiquant les anesthésies générales de courte durée.

Le Coryloforme, de même que tous les anesthésiques, agit d'abord sur le cerveau, puis sur la moelle, enfin sur le bulbe. Mais tandis qu'avec les autres anesthésiques, l'anesthésie est plus lente et accompagnée souvent d'excitation, dans la narcose par le Coryloforme, la période de début est pour ainsi dire brûlée, et, d'emblée, on obtient l'anesthésie cérébrale sans excitation préalable. Il est important de donner l'anesthésique mélangé à l'air ambiant.

En ce qui concerne le Coryloforme ou le chlorure d'éthyle, on tend à croire que l'anesthésie ne peut être obtenue que très difficilement d'un mélange d'air et de cet anesthésique. Or, dans les anesthésies que nous avons faites jusqu'à ce jour, nous n'avons pas remarqué que l'inhalation par le malade d'un mélange d'air et d'anesthésique, ait prolongé d'une façon anormale la période préanesthésique.

D'autre part, le temps utilisable de l'anesthésie a une durée toujours suffisante pour les interventions de petite chirurgie que l'on se propose de pratiquer.

Le Coryloforme est de toute sécurité du côté des organes respiratoires. Quelquefois, les malades ont un état d'apnée résultant de la suppression momentanée du besoin de respirer, après une pause portant sur deux à cinq inspirations, la respiration recommence spontanément régulière (inutile de dire que cette apnée ne présente jamais d'aspect inquiétant) ; ensuite, si l'anesthésie est assez poussée, une respiration stertoreuse survient.

Le Coryloforme paraît avoir une certaine action sur le grand sympathique, d'où l'augmentation de la tension artérielle. Il ne provoque ni troubles cardiaques, mais comme il stimule l'action du cœur, il s'en suit que le pouls, pendant l'inhalation devient un peu plus fort et plus rapide.

Presque jamais de vomissements, la cause ne serait qu'une affaire de terrain ou une prédisposition des malades, ou, vraisemblablement, une sensation nauséeuse provoquée par le sang avalé qui cesse après deux ou trois vomissements de sang.

L'action du Coryloforme se porterait également sur les sueurs, les larmes, la salivation.

On note souvent une légère contracture, localisée principalement aux extrémités. Cet état de tension des muscles disparait habituellement en quelques secondes ; parfois, mais seulement chez les alcooliques et les névropathes, elle tarde à disparaître, et peut persister jusqu'à la fin de l'intervention, malgré les doses renouvelées de Coryloforme.

La rapidité du sommeil survient généralement en quinze secondes chez les jeunes sujets et les personnes tranquilles (absence complète de période

d'excitation) cependant l'anesthésie chez les pusillanimes, les individus atteints de troubles nerveux, les intoxiqués, les alcooliques, les tabagiques, les hystériques, les épileptiques, etc., etc. (sujets défavorables), la période préanesthésique est plus longue ou note quelquefois de l'agitation.

Les yeux sont presque toujours convulsés en haut; d'habitude, les pupilles sont simplement un peu rétrécies.

Le Coryloforme ne donne pas lieu aux accidents du début de la chloroformisation, son action non irritante sur la muqueuse laryngée ne donne pas lieu au laryngo réflexe.

Les réflexes oculo-palpébraux sont presque toujours abolis pendant l'anesthésie.

Le mode d'administration du Coryloforme est des plus simples, surtout si l'on se sert du *coryl masque* (1). Nous donnons de préférence l'anesthésique par doses successives de 3 centimètres cubes toujours mélangé à l'air ambiant. L'anesthésie est un peu plus longue à obtenir mais elle est beaucoup plus sûre. Nous ne sommes pas partisans de la rapidité de la sidération par le Coryloforme.

Que le malade soit couché ou dans la position verticale, il peut avoir mangé.

Il est absolument nécessaire, avant de commencer l'anesthésie, de rassurer le malade, surtout s'il est pusillanime, de lui recommander de respirer fortement avec la ferme volonté de s'endormir. Nous avons toujours l'habitude de lui présenter le masque à vide afin qu'il comprenne bien ce qu'on attend de lui.

Au début, ne pas appliquer le masque fortement sur le visage du malade, il faut le laisser s'habituer à l'odeur; pour d'autres, au contraire, dès le début, bloquer le masque sur la figure, tout cela, encore une fois, dépend du terrain de l'individu.

En règle générale, il faut chez l'adulte une dose de 3 à 5 centimètres cubes pour provoquer l'anesthésie. Chez l'enfant, il suffit de 2 ou 3 centimètres cubes. D'après les observations, il faut de quinze à cinquante secondes d'inhalation pour une durée moyenne de quelques minutes.

On peut diviser la marche de la narcose par le Coryloforme en trois phases :

I. — La phase analgésique de début : Le malade a une certaine fixité du regard, l'œil est larmoyant, les paupières se ferment puis le malade a une sensation de vide.

II. — La phase anesthésique: Résolution musculaire complète, réflexes oculo-

(1) Voir, communications et articles : *Revue odontologique,* février et avril 1907. — *L'art dentaire de Bordeaux,* octobre 1907. — *Bulletin commercial de l'Union pharmaceutique,* février 1908. — *Les Annales dentaires,* février 1908. — *L'Odontologie,* 29 février, 15 mars, 30 mars 1908. — *La Bibliographie dentaire de Bordeaux,* mars 1908. — *La Presse médicale,* 9 mai 1908. — *Revue de Stomatologie de Paris,* mai 1908. — *Bulletin du Syndicat des Chirurgiens Dentistes de France,* juin 1908. — *Le Monde Dentaire,* juin 1908.

palpébraux abolis, pupilles légèrement rétrécies, respiration régulière et stertoreuse.

III. — La phase analgésique de retour : Le malade a les idées confuses, ne sait où il se trouve, l'impression première de la narcose apparaît : tristesse ou gaieté. La connaissance des lieux est imparfaite ; quelquefois, des efforts sont faits pour se lever : on a la sensation d'être attaché ; puis, brusquement, les fonctions normales reviennent. Quelques dix minutes après le réveil, l'opéré est apte à continuer ses occupations sans malaise.

Parmi les nombreuses observations que nous avons recueillies dans les différents services, nous n'en citerons que quelques-unes absolument typiques :

Observation I. — 24 février 1908, assisté des docteurs Blatter et Dreyfus, — Mme J. R..., employée des postes, 27 ans, antécédents héréditaires, rien à noter ; antécédents personnels, la malade a fait une fausse couche en novembre 1907. Il n'y a rien du côté du cœur, des reins et de l'appareil respiratoire ; la malade se fait anesthésier pour la première fois ; elle est très calme et nullement effrayée du sommeil anesthésique. On brise dans le masque une ampoule de *3 centimètres cubes de Coryloforme*, puis on l'applique sur la figure de la patiente qui respire amplement ; à la quinzième seconde, les yeux sont convulsés en haut, vers la trentième seconde, la résolution musculaire est obtenue. L'opérateur extrait les $\frac{7\,6\,5}{}\,|\,\frac{}{}$ Durant toute l'intervention qui dura environ trois minutes, la malade n'a pas eu d'excitation, pas de contracture, ni de cyanose. La respiration a toujours été régulière. Le réveil fut calme et rapide. La patiente n'a pas souvenance de l'opération et nous déclare n'avoir rien ressenti.

Observation II. — 5 mars 1908, assisté du docteur Maurice Roy. — Mlle H. S..., 46 ans. On note comme antécédents héréditaires une mère hystérique ; elle-même a eu des convulsions, la fièvre typhoïde, des attaques de nerfs. Cette malade est extrêmement agitée et indocile. On donne *3 centimètres cubes de coryloforme* à l'aide du masque, au début, la respiration est irrégulière, la malade crie et a de la contracture des doigts. Les yeux sont convulsés en haut, les pupilles rétrécies. Les extractions dentaires étant multiples, un second tube de *3 centimètres cubes de coryloforme* est brisé dans l'appareil. La résolution complète est obtenue vers la trente-cinquième seconde, la respiration est stertoreuse. L'opérateur extrait les dents de $\frac{7\,6}{3\,2\,1}\,|\,\frac{}{1\,2\,3\,4}$ total neuf avulsions. Durant tout le sommeil qui dura cinq minutes le facies resta normal, le rythme respiratoire régulier. Au réveil, on note un très léger état lipothymique quoique le pouls soit bon ; il est dû vraisemblablement à une sensation nauséeuse provoquée par le sang avalé et cesse après deux ou trois vomissements de sang.

Un quart d'heure après l'intervention, la malade nous quittait se sentant bien. Durant son sommeil, elle avoua avoir fait un rêve, — mais ne s'en plus souvenir.

Observation III. — 8 mars 1908, assisté du docteur Grébel fils (séance de démonstrations pratiques de la Société d'Odontologie). — M. G. D..., maréchal-ferrant, 26 ans. État général d'apparence parfaite. L'opéré était plutôt un homme d'aspect très robuste. Il se laisse très bien endormir et ne fait aucune résistance quand on lui applique le masque. On donne *3 centimètres cubes de coryloforme* pendant quinze secondes d'inhalation, à la vingtième seconde les globes oculaires

sont luxés en haut et en dehors, puis résolution musculaire. Pas de période d'excitation, ni cyanose, malgré la petite dose donnée et le temps relativement très court des inhalations le malade tombe dans la phase anesthésique qui persiste une minute et demie. On enlève la dent de douze ans inférieure droite. Au réveil, pas d'égarement, le malade déclare sortir d'un rêve et n'avoir rien senti de l'opération.

Observation IV. — 27 mars 1908, assisté du docteur Dauzier. — Mlle B. P... couturière, 26 ans. État général médiocre. L'inhalation du *coryloforme (trois ampoules de 3 centimètres cubes)* se fait sans période ni de contraction, ni d'excitation; on note seulement quelques secousses musculaires rapides et menues. En trente secondes l'anesthésie est complète. Les pupilles sont légèrement rétrécies, perte des réflexes cornéens et pupillaires, pas de cyanose, respiration régulière et stertoreuse durant toute l'intervention qui dure six minutes; l'opérateur extrait les $\frac{7\,5\,4}{7\,6}\,\Big|\,\frac{6\,7}{7}$ soit huit dents extraites.

La sécrétion salivaire est assez abondante; à signaler une miction involontaire, qui se produisit au cours de la narcose. Le réveil fut rapide et sans abattement. On assiste à une courte période d'expansion et de tendresse. Au bout de quelques minutes, la malade déclare n'avoir absolument rien senti de l'opération et regagne son atelier.

Observation V. — 31 mars 1908, assisté du docteur Veillard (clinique Lubet-Barbon). — P..., 3 ans et demi. Ablation de végétations adenoïdes très abondantes et amygdalotomie droite et gauche. Enfant bien portant; on lui donne *3 centimètres cubes de coryloforme.* L'enfant crie pendant l'application du masque, vers la quinzième seconde, il dort. L'enfant ne s'est nullement débattu, il se réveille au bout de deux minutes, dès l'opération terminée et se met à crier. Le réveil est facile; l'hémorragie insignifiante a été d'environ quelques grammes.

De cette étude, il résulte qu'une anesthésie bien conduite et sans excès d'anesthésique ne doit avoir aucun accident fâcheux, mais l'anesthésiste doit être attentif aux mouvements respiratoires. Nous pouvons donc dire qu'il n'est pour ainsi dire aucune contre-indication pour l'anesthésie par le *Coryloforme.*

AGRONOMIE

M. F. HEIM

Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers,
Président

ALLOCUTION

— 3 août —

M. Heim déclare la session ouverte et souhaite la bienvenue aux Congressistes. Il fait un exposé fidèle de la caractéristique de l'Agronomie de l'Auvergne et indique l'idée qui a présidé à l'organisation des travaux de la Section. Il précise cette idée et propose à l'Assemblée de coordonner tous les rapports de la Section en vue de présenter comme une synthèse de l'état de l'Agriculture de la région, à la date de la tenue du Congrès.

M. F. BRIOT

Conservateur des Eaux et Forêts (Aurillac).

DE L'UTILITÉ DE LA CRÉATION DE JARDINS ALPINS DANS LE MASSIF CENTRAL EN VUE DE LA PROPAGATION DES MEILLEURES PLANTES FOURRAGÈRES DE MONTAGNE

(Rapport présenté à la Section.)

— 3 août —

L'importance de l'industrie pastorale, dans nos régions montagneuses, et en particulier, dans celle où nous nous trouvons, est bien connue. Le département du Cantal à lui seul renferme 227.370 têtes de gros bétail, 202.940 bêtes ovines et 16.260 chèvres. Si l'on convertit tous ces animaux en bêtes bovines, en considérant 10 bêtes ovines ou caprines comme équivalentes à une bête bovine, cela fait un total de 250.000, dont une très forte majorité passe quatre mois chaque année en montagne pastorale et même plus. La bête bovine peut être considérée comme fournissant un rendement brut de 200 francs au moins. Cela fait donc un total de 50 millions, chiffres ronds. Supposons maintenant que les deux tiers de ces animaux, ce qui est certainement au-dessous de la vérité, séjournent en

montagne pendant quatre mois, cela permet d'évaluer à 11 millions le rendement de la montagne seule pour un seul de nos départements. Si l'on multiplie ce chiffre par 2 ou 3, on aura le produit approximatif de l'ensemble du pâturage d'été dans le Massif Central.

Je ne vise pas ici à une statistique rigoureusement exacte. Je veux seulement faire ressortir l'importance financière que peut avoir la répercussion d'un progrès quelconque dans la zone pastorale, en raison des chiffres élevés que ses produits atteignent déjà.

La qualité des produits qui descendent des montagnes en automne est déjà remarquable, mais si l'on parvenait à faire rendre au lait seulement 1 centime en plus par litre aux 600.000 quintaux métriques qui se traitent dans les burons du Cantal seul, ce serait une augmentation totale de 600.000 francs. Ceci sera l'affaire des élèves qui sortiront bientôt des écoles de laiterie, qu'on a fondées récemment. Je n'en parlerai point.

Mais à côté de ces progrès industriels que nous devons souhaiter, il y en a d'autres culturaux qui sont également à poursuivre et qui, sans doute, fourniraient des résultats plus considérables encore que l'augmentation du rendement laitier.

Il n'existe pas, je crois, une seule région montagneuse dont une partie des alpages ne soit occupée par des plantes inutiles ou nuisibles. Dans les Alpes Autrichiennes, Suisses ou Françaises, c'est le rhododendron, l'airelle myrtille et le genèvrier; dans notre Massif Central, c'est la bruyère, la fougère, les genêts à balais ou centrés, des mousses diverses, le genèvrier aussi; enfin, sur une plus vaste échelle peut-être que partout ailleurs, le nard raide, *nardus stricta*, cette graminée désignée par les bergers sous les noms de poil-de-bouc ou de poil-de-chien, que le bétail ne mange qu'au commencement de la saison et dont il se détourne un peu plus tard, à cause du durcissement de ses tiges, ou qu'il arrache et rejette lorsqu'il la rencontre par pieds isolés au milieu d'herbes plus succulentes.

Je ne souhaite pas qu'on supprime complètement, en montagne, les bruyères et les genêts, dont les éclatantes teintes roses ou d'or font un si merveilleux effet quand elles se marient discrètement à celles de la pelouse ou de la forêt. Mais que de versants et de plateaux où ces plantes usurpent une place qu'occuperaient plus utilement l'arbre et le gazon!

Mais comment opérer leur conversion?

La conversion à opérer doit se faire d'une façon simple, je veux dire peu coûteuse, car les gazons de montagne ne pouvant guère arriver à dépasser un rendement de 1.000 à 1.500 kilogrammes par hectare, il est évident que la dépense ne trouvera une rémunération suffisante que si elle est modérée.

L'écobuage à feu courant, suivi de fumure par le parcage du bétail, est le procédé le plus économique. Toutefois, la fumure seule peut suffire,

pourvu qu'on ait à sa disposition d'assez nombreux troupeaux à faire parquer.

J'en ai fait l'expérience au Mézenc sur trois parcelles d'une contenance de 3ª,24 chacune, qui étaient l'une et l'autre complètement embruyèrées.

Sur l'une, 500 moutons ont été parqués pendant trois nuits consécutives; sur une autre pendant deux nuits; sur la troisième pendant une nuit. Dès l'année suivante, la bruyère avait disparu complètement de la première parcelle; elle avait également disparu de la seconde et elle avait diminué fortement sur la troisième. Sur les trois parcelles, les graminées avaient envahi le terrain. Deux ans après, le gazon était encore plus complet et la bruyère avait même presque disparu de la troisième parcelle. La fumure de trois nuits dépassait le nécessaire; celle d'une nuit n'était pas tout à fait suffisante; prenant une moyenne et pour établir des chiffres ronds, je dirai que de cette expérience, on peut déduire que 1.000 moutons passant en montagne 120 jours et parqués de deux à trois nuits, à raison de un mouton par mètre carré, transformeraient en bon pâturage aisément 5 hectares par saison.

J'ai dit que l'on ne pouvait pas se permettre des dépenses bien élevées; cependant dans notre Massif Central, où les pentes des montagnes sont relativement douces et où sont très étendus les plateaux que peuvent aborder la charrue ou l'araire, il est certain qu'on peut engager des mises de fonds qu'on ne saurait atteindre ailleurs.

Aussi, avons-nous des exemples extrêmement remarquables de bons résultats financiers retirés de la consécration d'un capital relativement élevé à une mise en valeur de ce genre.

Ici, je ne puis m'empêcher de citer la transformation magnifique de 30 hectares de bruyères et de genévriers en une superbe montagne pastorale réalisée depuis 1898 par un propriétaire du Cantal, M. Dulac, à Senilhes, à 8 kilomètres d'Aurillac à vol d'oiseau, et à l'altitude de 800 à 900 mètres. La végétation adventice a été enfouie à la charrue. Le sol étant formé de gneiss et de micaschiste, a été chaulé à raison de 8.000 kilogrammes à l'hectare; il a reçu, en outre, 8.000 kilogrammes de scories. Un an après, il a été cultivé en avoine; les deux années suivantes en seigle ou en pomme de terre; enfin, la quatrième année ensemencé en avoine ou froment de printemps, mélangé d'espèces fourragères. La cinquième, le fauchage a donné 4.000 kilogrammes de foin à l'hectare. Mais à partir de la cinquième année, les prairies créées ont toujours été pacagées et aujourd'hui les 30 hectares nourrissent une vacherie de 35 têtes pendant cinq mois, de mai à septembre. Ils dépendent d'un domaine qui n'était loué que 1.500 francs avant cette opération et dont la valeur locative est aujourd'hui de 6.000 francs.

Nous avons vu au Mézenc et, bien ailleurs, qu'un grand nombre de bonnes

espèces fourragères graminées ou légumineuses, s'introduisent spontanément sur les surfaces débroussaillées. Il est certain néanmoins que l'on créerait de suite des pelouses se rapprochant davantage de la composition si variée des flores pastorales en aidant un peu la nature par des semis appropriés.

De là l'utilité qu'il y aurait d'avoir, dans chaque montagne pastorale, des pépinières qui fourniraient des plantes appropriées à la localité et partant l'utilité de créer pour commencer des stations d'essais en vue de la production de graines des meilleures espèces de montagne et de la propagation pratique de ces plantes.

Il existe déjà sur plusieurs points de l'Europe et de la France des stations de ce genre. La première en date est celle de la Fürstenalpe, établie en 1882 par les docteurs Stebler et Schrötter sur le territoire de Trimmis dans les Grisons. Je l'ai vue en pleine prospérité en 1898. Il y a en Styrie la Sandlingalpe organisée par le professeur von Weinzierl, de Vienne, que l'on m'a dite dotée, quand je la visitai en 1899, d'un budget de 4.000 francs. En France, nous avons des stations analogues : l'une au Ballon d'Alsace a été créée par M. Brunotte, d'autres à Champrousse, près de Grenoble, au Lautaret et à Villard-d'Arêne dans les Hautes-Alpes, sont l'œuvre de M. Lachmann; une autre à l'Aigoual, mais plus spécialement réservée aux végétaux forestiers, provient de l'initiative de MM. Fabre et Flahault; d'autres, voisines du Pic du Midi, ont été organisées par MM. Mascart et Bonnier; enfin, un jardin alpin qu'on dit admirable, créé à Samoëns, est dû à la munificence d'une Parisienne, originaire de cette petite ville de la Haute-Savoie, M^me^ Cognacq-Jay.

Mais je ne connais pas encore de stations aussi importantes dans le Plateau Central. Cependant, dès 1903, à une époque où nous espérions voir acquérir par l'État, pour constituer un périmètre de reboisement et de regazonnement, plus de 1.000 hectares de terrains communaux ou particuliers dans la vallée de l'Allagnon, nous avons choisi déjà dans le vallon situé à l'ouest de la gare de Lioran, vers les sources de cette rivière, un point situé à environ 1.400 mètres où un jardin de plantes fourragères aurait pu être établi. Ce projet de périmètre n'a pas encore abouti. Nous nous sommes alors contenté de cultiver un certain nombre d'espèces fourragères dans la pépinière forestière d'Arpajon, près d'Aurillac; en outre, de jeter les bases d'un jardin alpin au pied du Mézenc devant la porte même de la maison forestière dite des Estables qui est située à 1.550 mètres et qui est habitée constamment. Le terrain a été préparé en 1906. Le premier ensemencement a eu lieu en 1907. Les résultats ont été bons. Cette année, je ne l'ai pas encore visitée, mais j'ai reçu des nouvelles satisfaisantes des semis qui ont été exécutés au printemps dernier. Comme à Arpajon, chaque plante occupera quatre carrés : l'un en terrain naturel, un

autre fumé à l'engrais de ferme, un troisième avec des engrais chimiques, un quatrième par un mélange d'engrais chimiques et de fumier.

Je n'en dirai pas davantage de ces expériences qui ne font que commencer.

Et j'arrive de suite au but de ma communication, qui est simplement de vous proposer d'en augmenter le nombre et d'obtenir des concours qui augmenteraient les chances d'avenir de ces stations.

Je suis persuadé qu'aujourd'hui, l'Administration des Forêts qui est chargée tout spécialement de prendre l'initiative de tous travaux propres à favoriser le développement et l'amélioration des hautes pelouses, reconnait qu'il y a lieu d'étudier spécialement les plantes fourragères de montagne et qu'elle accorderait très volontiers pour, cet objet, de larges crédits sur les fonds dont elle dispose pour améliorations pastorales ou pour la restauration des montagnes.

Ensuite, on trouvera, non seulement auprès de son personnel supérieur, mais auprès de ses agents subalternes, le zèle le plus utile. J'en ai fait l'épreuve l'an dernier en demandant à une dizaine de gardes de ramasser des graines d'espèces montagneuses dans les régions pastorales les plus remarquables de la Conservation d'Aurillac, celles du Mézenc, du Mégal, du Lac du Bouchet, de la Margeride, du Larzac, de l'Aubrac, etc.; ils l'ont fait avec un empressement et un goût au-dessus de tout éloge et nous ont procuré à eux seuls plus que les graines nécessaires à l'ensemencement de nos pépinières fourragères d'Arpajon et du Mézenc et à celui d'un hectare de clairières dans les forêts de la Pinatelle, du territoire d'Allanche, où ce semis a réussi d'une manière remarquable. D'ailleurs, l'Administration avait mis à notre disposition, dès 1905, les crédits nécessaires pour confectionner 11 collections comprenant 40 espèces des plus utiles, dont 7 ont été mises sous verre, encadrées et placées dans chacune de nos maisons forestières où elles frappent sans cesse les yeux des gardes qui les habitent et dont 4 encartonnées ont été remises à des préposés fixés dans des centres pastoraux importants, mais non logés en maison forestière.

Toutefois, je crois que, pour asseoir cette œuvre sur des bases solides et définitives, il est nécessaire que deux services au moins y concourent, et que ces services soient celui de la Faculté des Sciences de Clermont et celui des Forêts. J'ai dit deux services au moins, parce que je souhaite que le professeur d'Agriculture de chaque département veuille bien s'associer à l'entreprise et lui prêter le concours de ses conseils. Dans ces conditions, on n'aura pas à redouter les changements, si fréquents, qui se produisent dans le personnel des fonctionnaires et qui sont de nature à nuire beaucoup à l'essor des tentatives ayant un caractère de nouveauté. Par suite de cette collaboration, si les uns disparaissent, d'autres resteront pour initier les successeurs des premiers.

J'ai donc l'honneur de proposer une entente immédiate entre la Faculté des Sciences de Clermont, les professeurs d'Agriculture de la région et les représentants de l'Administration des Forêts, afin que, le plus tôt possible, il soit créé des jardins alpins, où seraient cultivées et étudiées les meilleures plantes fourragères de nos montagnes.

Dans les départements qui sont du ressort de la Conservation forestière dont je suis chargé, je propose, comme points d'établissement de ces pépinières :

1° Un endroit situé devant la maison forestière du Mézenc, où il y a déjà un commencement de jardin ;

2° Un emplacement qui serait à choisir dans la forêt de la Pinatelle, à Allanche (Cantal).

Le premier jardin serait créé en vue de l'amélioration de pâturages purs, comme il y en a de si étendus autour du Mézenc.

Le second en vue de l'amélioration des pâturages sous bois de pins, qui sont représentés par des milliers d'hectares dans le Massif Central.

J'ajoute qu'au Mézenc, une maison forestière très confortable offrira le séjour le plus agréable que l'on puisse rêver aux professeurs, qui s'associeraient à ces études et même à leurs familles.

Je ne connais pas assez le Puy-de-Dôme pour formuler des propositions fermes à l'égard de ce département; mais il me semble qu'il y aurait lieu de fonder :

1° Une station au Mont-Dore, celle-ci correspondant, comme genre et comme but, à celle du Mézenc;

2° Une autre station dans une forêt de pins ancienne ou de création récente que mes collègues du département voudraient bien désigner.

Enfin, je vous propose d'émettre également le vœu que M. le professeur Flahault de Montpellier et l'éminent botaniste aveyronnais, l'abbé Hippolyte Coste, tous deux sûrement connus de vous et que l'on sait si dévoués pour les études pratiques de cette espèce, prêtent leur concours à l'organisation d'une station spéciale dans le Larzac, terre classique d'un genre de pâturages tout spécial : le pâturage à brebis qui, malgré sa médiocrité apparente, est si fructueux, puisque c'est lui qui a donné naissance à l'admirable industrie des fromages de Roquefort.

Au point de vue budgétaire, je le répète, je pense que l'Administration des Forêts mettra à notre disposition tous les crédits nécessaires pour l'établissement de ces champs d'expériences avec empressement et largement, ce qui est l'essentiel.

Il resterait à faire assumer par la Faculté ou le Ministère de l'Instruction publique, l'allocation des crédits nécessaires aux déplacements et aux visites des Professeurs.

Discussion. — M. Heim insiste sur l'utilité de la station de botanique agricole

et signale notre infériorité, par comparaison avec certaines nations étrangères, et notamment avec l'Autriche qui possède à Vienne une station remarquablement installée.

M. Gillin indique l'intérêt d'essais de semis de graines de plantes fourragères et d'application d'engrais chimiques dans les bois communaux soumis au régime forestier, en vue de créer des prés-bois et d'arriver par là au reboisement et au regazonnement des immenses landes du Plateau Central.

Des essais de cette nature, effectués sous la direction de M. Chavegrain, à Palazinges (Corrèze), ont donné des résultats très concluants.

M. Reigner s'associe à cette solution de la question du reboisement des landes et promet son concours le plus dévoué pour l'organisation des jardins alpins dans le Cantal.

M. J. REYNARD

Secrétaire général de la Section d'Auvergne et du Plateau Central de la Société des Amis des Arbres (Clermont-Ferrand).

LA QUESTION SYLVO-PASTORALE DANS LE DÉPARTEMENT DU PUY-DE-DOME

(Rapport présenté à la Section.)

— 3 août —

I. — Dans le département du Puy-de Dôme, l'arbre parait avoir joué autrefois, au point de vue physique, social et économique, un rôle beaucoup plus considérable que de nos jours.

En 1790, on estimait encore à 150.000 hectares la surface boisée du département, soit une proportion territoriale de 18,75 0/0, dans laquelle ne sont pas compris les parcs, vergers, arbres de haies, de clôtures, de bords de routes, qui, d'après les souvenirs contemporains, ont considérablement diminué, aussi bien dans la Limagne et les plaines que dans nos montagnes.

Le rôle protecteur de l'arbre ne s'étend pas, en effet, seulement aux pâturages, comme pourrait le faire croire le titre de cette étude. Dans les parties montagneuses, il représente l'élément principal de l'armature végétale indispensable à la conservation du sol, à la protection des terrains inférieurs, à l'emmagasinement et la régularisation des eaux, à la chute plus régulière et plus abondante des pluies; il entrave la formation des orages à grêle et localise leur action; il abrite toutes les récoltes, les habitations et les troupeaux contre les vents et les tempêtes.

Dans les plaines, par l'évaporation énorme de son feuillage, l'arbre enlève au sol l'excès d'humidité et rend à l'atmosphère une proportion d'eau considérable, qui, sans lui, ferait généralement défaut; il maintient ainsi à un niveau plus régulier la hauteur des eaux du sous-sol. Il abrite

aussi les récoltes contre les vents desséchants, dont il rompt la violence; il retarde, à la fin de l'hiver, l'essor de la végétation excitée trop prématurément par les vents du sud et diminue ainsi les chances de gelées printanières. Les rideaux d'arbres jouent à ces divers points de vue un rôle considérable, que l'on a trop souvent méconnu et dont les sécheresses de la Limagne ont trop fréquemment démontré l'importance depuis la disparition des bordures de noyers, ormes, peupliers et autres essences, qui abritaient autrefois cette partie de l'Auvergne.

Mais, pour limiter cette étude à la question sylvo-pastorale proprement dite, nous ne parlerons que des régions montagneuses du département.

D'après une remarque faite déjà en 1827 par M. le comte de Montlosier, ces montagnes forment trois grands groupes distincts :

Les régions du Mont-Dore et du Forez, où se trouvent les plus beaux pâturages du département; les parties granitiques, en grande partie dépouillées aujourd'hui des bois qui les recouvraient autrefois, et qui ne sont propres à aucune autre culture rémunératrice; enfin, les montagnes volcaniques de la chaine des dômes qui se trouvent à peu près dans les mêmes conditions.

La proportion boisée d'un territoire est la caractéristique de la question sylvo-pastorale. Dans ma brochure sur *les Bois et Forêts du département du Puy-de-Dôme*, j'ai fait ressortir que ce département n'était boisé que dans la proportion de 11,04 0/0, alors que la moyenne de la France est de 17,9 0/0. Par comparaison avec les régions des Vosges et du Jura, la proportion devrait être, dans le Puy-de-Dôme, de 35 0/0.

Or, sur la sixième partie environ du département, l'arrondissement d'Ambert atteint encore la proportion de 20,50 0/0; mais, alors, la moyenne de tout le reste descend à 9,39 0/0.

Le problème de la restauration de l'équilibre sylvo-pastoral du département est donc des plus importants et les mesures à prendre, pour le résoudre, varient suivant les trois régions signalées plus haut.

Un principe qu'il ne faut d'ailleurs jamais perdre de vue, et qu'avait aussi signalé l'éminent économiste déjà cité et qui commença, en 1828, les premiers reboisements en Auvergne, c'est la nécessité de ne jamais diminuer, sous prétexte de reforestation, la quantité de bétail de la région. Il importe, au contraire, d'améliorer et de restaurer tous les pâturages en même temps qu'on entreprendra le reboisement de certaines parties, de manière à augmenter encore les troupeaux de la montagne toutes les fois que cela sera possible.

C'est en perdant de vue cette recommandation importante, que le service forestier s'est tout d'abord aliéné l'esprit de nos populations montagnardes. Il a, sans doute, depuis longtemps, modifié ce faux point de vue, mais, comme les ressources budgétaires lui font actuellement défaut pour

appliquer les vrais principes sylvo-pastoraux, l'horreur du régime forestier a encore bien peu diminué parmi nos montagnards.

Résumons ici, en quelques mots, les idées nouvelles sur la restauration des montagnes, que d'éminents forestiers ont élaborées et qui sont adoptées aujourd'hui sans aucune restriction :

En montagne, les éléments de la vie sociale, physique et économique, sont : *le bétail, l'arbre, le pâturage* et *l'eau*. Pour concilier ces quatre éléments, il est indispensable de mettre chaque culture à sa place : les beaux pâturages dans les meilleures parties, les prés-bois sur les sous-sols médiocres et la forêt sur les points où l'herbe ne peut pousser. C'est le seul moyen de tirer de la montagne le plus grand revenu possible et d'assurer en même temps la sécurité et le bien-être des montagnards et des habitants de la plaine.

D'après la statistique du Ministère de l'Agriculture de 1892, il existerait, dans le département du Puy-de-Dôme : 186.964 hectares de prés naturels, herbages et vergers et 63.152 hectares de landes incultes. Ce dernier chiffre est assez incertain, car dans son étude sur la mise en valeur des terres incultes du Massif central de la France, Gebhart l'estime à 160.923 hectares, y compris probablement rochers et autres parties incultivables. Bertrand, qui avait passé la plus grande partie de sa carrière forestière à Clermont, donne seulement aux landes du Puy-de-Dôme une étendue d'au moins 65.000 hectares. Quelle que soit l'incertitude de ces chiffres, on peut affirmer qu'au moins 340.000 hectares sont livrés à la culture sylvo-pastorale dans le département, soit près de 43 0/0 de la surface totale, y compris une surface boisée de 87.849 hectares.

Pour les vergers et prairies naturelles, on ne peut que recommander les abris formés de rideaux d'arbres, qui font bien souvent défaut. Je dois citer à ce sujet, à Saint-Sauves, dans la haute montagne, la propriété de M. Valette, où les rideaux d'arbres, ormeaux, platanes, frênes, érables, sycomores et tilleuls, ont été employés d'une façon très judicieuse pour abriter une prairie en pente très forte dans une région exposée sans cesse à des vents très violents. Par les années les plus sèches, cette prairie a toujours conservé la fraîcheur et les petites sources dont le cours régulier est certainement dû à ces nombreuses bordures d'arbres plantées par le docteur Veysset, l'ancien propriétaire, et que M. Valette conserve avec soin. Il n'en est pas de même dans une autre partie de la propriété échue à un autre acquéreur, qui a commis l'imprudence d'abattre ces arbres abris.

Dans les hauts pâturages de la région du Mont-Dore, on doit recommander la création de prés-bois, à l'aide du sapin, de l'épicéa et du mélèze. Les bouquets de bois à créer dans les parties les moins fertiles et les arbres épars auraient pour résultat d'abriter le bétail et ses gardiens contre les tempêtes si violentes dans ces hauteurs, de protéger les pâturages

contre la dessiccation des vents du sud, et de procurer aux fermes les bois de construction et de chauffage, qui font le plus souvent défaut. Dans cette partie du département, le reboisement proprement dit n'intéresse que quelques points isolés, certaines parties ravinées des flancs du Sancy, où toute production herbacée a disparu par suite du déboisement et d'où peuvent surgir de sérieuses menaces d'inondations pour les vallées inférieures et les stations balnéaires de la Dordogne.

Il n'en est pas de même de la partie purement granitique du département, où la restauration sylvo-pastorale doit, au contraire, commencer par un reboisement intensif, car c'est le seul moyen d'y ramener une culture pastorale rémunératrice. Tout le haut bassin de la Sioule est dans ces conditions. L'irrégularité des torrents n'a fait qu'y croitre avec le déboisement des rampes, et, malgré l'acquisition par l'État d'un périmètre de 588 hectares, dont la restauration en bois est loin d'être encore assurée, on peut affirmer que la réfection de l'armature végétale de tout ce bassin exigera les plus grands et les plus longs efforts. La culture régionale n'y est pas seule intéressée, car le fonctionnement régulier de l'usine électrique si importante de Queuille est mis en péril par les grands écarts du débit de la rivière, et la régularisation des cours de l'Allier et de la Loire en dépend en grande partie.

Dans le bassin de la Dore, où le déboisement est moins intense, la question se pose cependant sous la même forme, car la régularité du débit est la première condition d'existence des nombreuses industries qui empruntent leurs forces à la chute des eaux.

La région des dômes, où se rencontre un mélange de terrains granitiques et volcaniques, de sous-sols perméables et imperméables, d'anciens volcans et de cheires ou anciennes coulées de laves ou de basaltes, a été aussi très imprudemment dépouillée de l'armature végétale et boisée qui la recouvrait autrefois. C'est dans cette région que le service forestier a reboisé environ 10.000 hectares de terrains incultes communaux et ces boisements rendent aujourd'hui de grands services. Ils ont été interrompus pour deux causes principales. D'abord, le budget de l'État, qui avait fourni presque les trois quarts de la dépense, a supprimé toute subvention après le vote de la loi du 4 avril 1882, et les communes, par suite d'embarras budgétaires et aussi, il faut bien le dire, par crainte du régime forestier, n'ont pas continué les travaux de reboisement. On n'a, du reste, pas tenu la promesse, trop souvent renouvelée, de donner aux améliorations pastorales, dans le Plateau Central, le développement qu'elles mériteraient. Et, dans ces conditions, la reforestation ne peut que nuire à l'élevage du bétail. Il est bien vrai que le reboisement, par sa seule présence protège les pâturages et les autres cultures; mais cette amélioration ne se fait sentir qu'avec le temps, et le bétail doit être forcément réduit au début des

plantations, si on n'a pas eu soin de lui procurer à l'avance une plus grande abondance de ressources pastorales.

II. — Sans entrer dans le détail de toutes les améliorations pastorales et forestières à réaliser, il nous reste à signaler les moyens d'action qui permettront d'appliquer le programme général de la restauration de la culture sylvo-pastorale dans le département du Puy-de-Dôme.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, il ne faut plus compter sur une intervention directe de l'État. Tout au plus pourra-t-il fournir, dans ses pépinières forestières, une partie des jeunes plans destinés aux prés-bois ou aux reboisements. De même les finances du département sont déjà absorbées par une série d'obligations légales, qui vont chaque année en augmentant. Le seul effort que l'on pourrait lui demander consisterait peut-être dans la création d'une pépinière départementale destinée à fournir aux agriculteurs les plants nécessaires à la réfection des abris culturaux si imprudemment détruits dans les plaines et dans la montagne, des noyers, des châtaigniers, qui faisaient autrefois la richesse de nos campagnes et qui ont été exploités sans aucune réserve. Il faut reconnaître enfin que la situation budgétaire de nos communes n'est pas plus apte à concourir à l'œuvre que nous préconisons. Tout au plus pourront-elles, comme par le passé, affecter une partie de leurs communaux aux reboisements nécessaires ; et encore, la division du sol communal en sections multipliées doit-elle créer de sérieuses difficultés.

Il faut donc évidemment s'adresser aux propriétaires eux-mêmes ; et, comme on se heurterait, tout d'abord, à une mentalité spéciale absolument rebelle à tout sacrifice immédiat et à toute participation à une œuvre d'intérêt général, on se trouve dans l'obligation d'attendre, ou mieux de provoquer, une modification de cette mentalité actuelle. On n'obtiendra, en effet, de résultats sérieux, que le jour où nos populations montagnardes voudront bien contribuer à la restauration sylvo-pastorale de l'Auvergne avec la même ardeur qu'elles ont apportée autrefois au déboisement de la région et à la ruine d'une grande partie de leurs pâturages, qui en a été la conséquence.

La *Société des Amis des Arbres*, dont le siège social est à Paris et qui compte de nombreuses sections en province, a entrepris, en Auvergne et dans tout le Plateau Central, depuis 1905, une œuvre de vulgarisation et d'éducation, qui ne paraît s'adresser directement qu'aux élèves des écoles primaires, mais qui a déjà cependant exercé une certaine influence dans toutes les communes où elle a pu s'implanter. La section de Clermont, fondée le 27 mars 1905, est aujourd'hui la section la plus nombreuse de France et compte déjà 640 sociétaires au 15 juillet 1908. Elle a fondé 27 scolaires forestières, arboricoles et pastorales, dont 23 dans le Puy-de-Dôme et 4 dans

le Central. Le nom seul de ces petites Sociétés en définit le rôle. Elles comptent plus d'un millier d'élèves, qui ont commencé des travaux de reboisement, soit dans des terrains communaux, soit chez des particuliers. Quatre pépinières scolaires ont été créées, d'une surface totale de 28 ares et d'autres sont en préparation ; dès l'automne 1909, elles fourniront des plants forestiers pour leurs propres travaux et pour les plantations particulières. Deux de ces scolaires, celles de Saint-Sauves et d'Ancizes-Comps, ont organisé la *forêt retraite* en faveur de leurs élèves et des Sociétés de secours mutuels de la localité. Huit arbres fruitiers greffés de haute tige sont distribués à chaque scolaire, pour apprendre cette culture aux élèves et fournir à leurs parents les greffons nécessaires à la propagation des bonnes espèces.

De nombreuses brochures sont distribuées aux scolaires, entre autres, le *Manuel de l'Arbre* de M. Cardot, dont l'éloge n'est plus à faire, et l'excellente étude de M. A. Fron, sur l'*Économie pastorale : Forêts, pâturages et prés-bois*.

A côté de ce mouvement, dont l'intérêt n'a pas besoin d'être démontré, les parents et les habitants des communes, où ces scolaires existent, se sont enrôlés parmi les *Amis des Arbres*, et la section de Clermont ne peut suffire à leurs demandes de plants forestiers. Elle leur en a distribué gratuitement 228.000 en 1906, 1907 et au printemps de 1908 ; à l'automne prochain, nouvelle distribution de 50.000. Une pépinière spéciale a été créée à Royat, et pourra, dès l'automne de 1909, procurer à ses sociétaires 200.000 plants par an. Avec la production des pépinières des scolaires, on voit que le nombre de plants forestiers mis à la disposition des reboiseurs pourra, avant peu, augmenter dans une forte proportion. La pépinière de l'État, à Royat, peut produire annuellement environ un million de plants, mais une partie est expédiée dans diverses régions de la France. D'ailleurs nos montagnards reculent souvent devant les formalités administratives indispensables pour l'obtention de ces plants. Ils acceptent plus volontiers les distributions de la *Société des Amis des Arbres*, pour lesquelles ils ont moins de formalités à remplir, et dont ils ne paient même pas les frais d'extraction, d'emballage et de transport.

La puissante Société du *Touring-Club*, qui a pris en mains la question de la reforestation de la France, a bien voulu encourager les efforts de la section de Clermont et accorder des subventions en argent, des primes et récompenses diverses aux instituteurs, gardes forestiers et aux élèves des scolaires. L'Administration forestière a accordé des distributions de plants et tous ses agents et préposés prêtent à la section de Clermont leur concours le plus zélé. On peut donc espérer que ce mouvement en faveur de l'arbre va se développer avec une grande rapidité, et qu'avec la mentalité nouvelle qui paraît se former peu à peu, la restauration sylvo-pastorale de nos

montagnes pourra devenir l'œuvre même directe de nos populations réconciliées avec la forêt et la culture de l'arbre.

Discussion. — M. DESCOMBES exprime son enthousiasme pour l'œuvre si intéressante des scolaires forestières et demande au Congrès d'encourager la création de ces si utiles Sociétés.

Les conclusions de MM. REYNARD et DESCOMBES sont adoptées à l'unanimité.

M. MESTAS

Vétérinaire (Rochefort-la-Montagne) (Puy-de-Dôme).

LA RACE BOVINE FERRANDAISE (1)

— 3 août —

Discussion. — Les conclusions du Rapport de M. MESTAS sont adoptées.

M. DECHAMBRE

Professeur

ET

M. GINIÉIS

Répétiteur de Zootechnie à l'École d'Agriculture de Grignon.

DU SUCRE DANS L'ENGRAISSEMENT DES BŒUFS (2)

— 3 août —

Pour étudier le rôle alimentaire du sucre dans l'engraissement des bêtes bovines, nous avons procédé, à l'École de Grignon, à deux séries d'essais portant sur deux paires de bœufs. Dans chaque série un animal a été nourri au sucre et l'autre au tourteau.

PREMIÈRE SÉRIE. — Deux bœufs parthenais, Brochard et Ramonat, retirés du service actif de la ferme de Grignon, doivent être engraissés avant leur départ pour la boucherie.

Les parthenais sont des animaux très délicats et de faible appétit si on les compare, surtout, aux représentants de certaines autres races : les charolais, par exemple. Leur sobriété rend leur engraissement difficile.

Des deux sujets en expérience, Brochard accepte volontiers les aliments qu'on lui présente. Ramonat, au contraire, a toujours eu l'appétit très irrégulier et il a constamment refusé les tourteaux dont on se sert pour engraisser les animaux. Aussi décide-t-on de lui distribuer du sucre. Ce dernier est du sucre dénaturé, avec de la pulpe de cacao.

(1) Rapport présenté à la Section, voir fascicule spécial, p. 98.

(2) Travail du Laboratoire de Zootechnie de l'École de Grignon.

Voici les rations moyennes préparées pour chaque bœuf.

	Brochard.	Ramonat.
Betteraves.	40 kilogr.	40 kilogr.
Foin	10 —	10 —
Balles d'avoine.	4 —	4 —
Avoine	2 —	2 —
Farine d'orge	2 —	2 —
Tourteaux de lin.	3 —	» —
Sucre dénaturé.	» —	4 —
	$Rn = \frac{1}{5,8}$	$Rn = \frac{1}{9}$
	$\frac{A}{P} = \frac{1}{3,7}$	$\frac{A}{P} = \frac{1}{4,7}$

Comparons maintenant la série des poids successifs.

Avant l'expérience : Brochard pèse 785 kilogrammes et Ramonat 820 kilogrammes.

	Brochard. — Tourteaux.	Ramonat. — Sucre.
Avant l'expérience :		
21 décembre.	785 kilogr.	820 kilogr.
Pendant l'expérience :		
28 décembre.	802 —	845 —
4 janvier.	810 —	845 —
11 janvier.	830 —	886 —
18 janvier.	830 —	880 —
27 janvier.	820 —	875 —
3 février	843 —	890 —
22 février	875 —	940 —

A ce moment, les deux animaux sont suffisamment gras pour être livrés à la boucherie.

Brochard parait fort gras. Il a le maniement des abords très développé, mais la poitrine et l'avant-main sont restés maigres.

Ramonat possède les maniements antérieurs fort puissants; le travers est assez accentué; mais le derrière de l'animal est faible et les abords sont complètement absents.

Après un examen attentif, il semble que Ramonat soit plus gras que Brochard, malgré les apparences contraires. Et tous les connaisseurs portent la même appréciation.

Du 21 décembre au 22 février, les deux bœufs ont gagné :

Brochard :

875 kilogrammes — 785 kilogrammes = 90 kilogrammes, c'est-à-dire *1kg,500 par jour* ou 11kg,460 pour 100 kilogrammes de poids vif initial.

Ramonat :

940 kilogrammes — 820 kilogrammes = 120 kilogrammes, c'est-à-dire *2 kilogrammes par jour* ou 14kg,634 pour 100 kilogrammes de poids vif initial.

Malheureusement, le sucre fait défaut à cet instant. Et comme le boucher acheteur ne peut enlever les animaux, Ramonat ne reçoit plus sa

ration coutumière. On peut donc considérer l'expérience comme terminée. Au bout de quelques jours, le boucher amène d'abord Ramonat qu'il juge plus gras que Brochard.

Le bœuf pèse, au départ, 932 kilogrammes.

A l'abatage, on le trouve extrêmement gras, bien couvert, rempli de tissu adipeux entre les muscles et pourvu d'une viande assez persillée. Malgré tout, il ne rend que 460 kilogrammes de viande nette, c'est-à-dire un peu moins de 50 0/0. Ce qui est fort bien explicable par la faiblesse relative et congénitale du train postérieur. Le sucre n'a dû communiquer aucun goût particulier à la viande, car pas un seul client ne s'est plaint.

Huit jours après, Brochard est abattu. Il pèse 880 kilogrammes, et fournit 445 kilogrammes de viande. Il était moins gras que son congénère mais la chair en était, peut-être, plus persillée.

Deuxième série. — Le 17 mars, on met à l'engrais deux bœufs charolais.

L'un d'eux, Papillon, souffre depuis longtemps d'une boiterie intense du membre postérieur droit provoquée par des distensions ligamenteuses et par des molettes. A plusieurs reprises, et sous l'action d'un traitement approprié, la claudication a disparu; mais quelques jours de travail la font vite réapparaître. Après trois mises en service successives, arrêtées chaque fois par une nouvelle crise, on conclut à l'incurabilité radicale du mal et il est engraissé pour la boucherie. Déprimée par la douleur, la bête présente un état général défectueux. Le poil est rude, piqué, terne; la maigreur de jour en jour plus accusée apparait prononcée; l'appétit est faible et capricieux.

L'autre, Farot, porte une tumeur de nature probablement actinomycosique au maxillaire supérieur gauche. Il est déjà bien en chair et, d'ailleurs, fort vorace.

On prépare aux deux sujets des rations convenables renfermant, l'une des tourteaux de lin et l'autre du sucre.

A cause de son amaigrissement progressif et de son inappétence croissante, Papillon reçoit la ration au sucre. Ce dernier est du sucre dénaturé avec du son, d'un très bel aspect extérieur et de goût excellent.

Les rations moyennes distribuées étaient ainsi composées :

	Farot.	Papillon.
Betteraves	70 kilogr.	60 kilogr.
Balles d'avoine	7 —	6 —
Foin	10 —	10 —
Avoine	2 —	2 —
Tourteaux de lin	5 —	$1^{kg},500$
Sucre	» —	4 kilogr.
	$Rn = \frac{1}{5,3}$	$Rn = \frac{1}{8}$
	$\frac{A}{P} = \frac{1}{3,6}$	$\frac{A}{P} = \frac{1}{4,5}$

Quant aux résultats des diverses pesées effectuées depuis le 17 mars, jour de la mise à l'engrais, les voici résumées :

	Farot. — Tourteaux.	Papillon. — Sucre.
17 mars.	986 kilogr.	875 kilogr.
28 mars.	960 —	900 —
16 avril.	1.050 —	920 —
25 avril.	1.066 —	938 —

A partir de ce moment les bœufs reçoivent des betteraves qui ont fermenté sous l'influence d'une élévation intense, soudaine et imprévue de la température extérieure. Ils en laissent une partie et sont atteints de diarrhée. Aussi l'engraissement subit-il un moment de recul :

	Farot.	Papillon.
5 mai	1.060 kilogr.	945 kilogr.
9 mai	1.064 —	950 —
16 mai	1.058 —	933 —

Pendant la période où l'engraissement s'est effectué régulièrement, du 17 mars au 25 avril, les bœufs ont augmenté :

Farot :

De 1.066 kilogrammes — 986 kilogrammes = 80 kilogrammes, c'est-à-dire *2 kilogrammes par jour* ou 8 kilogrammes pour 100 kilogrammes de poids vif initial.

Papillon :

De 938 kilogrammes — 875 kilogrammes = 63 kilogrammes, c'est-à-dire *1kg,570 par jour* ou 7kg,200 pour 100 kilogrammes de poids vif initial.

En arrêtant les poids définitifs à 1.060 kilogrammes pour Farot et 940 kilogrammes pour Papillon et en distribuant l'augmentation de poids sur les deux mois :

Farot :

Gagne 1.060 kilogrammes — 986 kilogrammes = 74 kilogrammes ou *1kg,230 par jour* ou 7kg,500 pour 100 kilogrammes de poids vif initial.

Papillon :

Gagne 940 kilogrammes — 875 kilogrammes = 65 kilogrammes ou *1kg,080 par jour* ou 7kg,430 pour 100 kilogrammes de poids vif initial.

En somme, le sucre a permis un engraissement aussi rapide et aussi complet que le tourteau de lin.

CONCLUSIONS

Distribué à des animaux fatigués, délicats, d'appétit nul ou capricieux, le sucre a permis une alimentation plus abondante et a fortement accru l'appétit des bœufs soumis à ce régime :

1° Ce qui a permis d'engraisser Ramonat et Papillon qui mangeaient mal et rejetaient les tourteaux de lin utilisés pour l'engraissement ;

2° L'engraissement a été aussi rapide, aussi complet et aussi bon avec le sucre qu'avec les tourteaux. Si Papillon n'a pas offert une plus forte

augmentation quotidienne que Farot, d'ailleurs fort mangeur et plus prédisposé à prendre la graisse, Ramonat a eu un accroissement journalier supérieur à celui de Brochard;

3° Après l'abatage, la viande des bœufs nourris au sucre a paru d'aussi bonne qualité que la chair des animaux alimentés au tourteau; aucune différence de saveur n'a permis de soupçonner la diversité des régimes.

Il est également à remarquer que les rations des bœufs nourris au sucre, à relation nutritive assez large $\left(\frac{1}{9} \text{ et } \frac{1}{8}\right)$ ont produit un engraissement aussi prompt que les rations des bœufs nourris au tourteau dont les relations nutritives étroites $\left(\frac{1}{5,8} \text{ et } \frac{1}{5,3}\right)$ répondaient parfaitement aux formules classiques considérées comme les meilleures par la plupart des auteurs.

Nous devons ajouter enfin que, dans l'année 1907-1908, l'alimentation au sucre n'a pas été avantageuse au point de vue économique : le sucre nous a coûté, en effet, 21 et 25 francs les 100 kilogrammes et le tourteau environ 17 francs.

Mais, les résultats physiologiques sont tels, qu'ils apportent un argument sérieux à l'établissement de mesures fiscales permettant une utilisation facile et économique du sucre dans la nourriture du bétail.

M. J. GINIÉIS

Vétérinaire, Répétiteur de Zootechnie à l'École d'Agriculture de Grignon.

LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION DES JEUNES VEAUX (1)

— 5 août —

Nous avons commencé des expériences assez longues pour préciser la valeur du sucre dans l'alimentation des veaux. Les recherches ont été malheureusement interrompues par une épidémie de diarrhée infectieuse survenue sur les nouveaux nés de la vacherie. Voici néanmoins les premiers résultats acquis.

Le 12 décembre 1907 on choisit comme sujet d'expérience un veau hollandais-durham, né le 2 décembre, âgé par conséquent de dix jours. On veut remplacer le lait doux par du lait écrémé auquel on ajoutera du sucre. Ce dernier est dénaturé avec des pulpes de cacao.

Donc le 12 décembre, le veau reçoit le matin cinq litres de lait pur.

(1) Travail du Laboratoire de Zootechnie de l'École de Grignon.

La ration du soir se compose de cinq litres de lait écrémé additionné de 100 grammes de sucre.

Le 13 décembre même régime. On note déjà un peu de ramollissement des excréments. Le 14 on distribue le lait doux du matin; mais l'animal est atteint d'une diarrhée si intense et si liquide qu'il faut nécessairement arrêter l'essai. Un traitement rationnel (diète, bismuth, acide lactique) enraye au bout de quelques jours cette entérite d'origine alimentaire.

Il est à remarquer que le veau avait marqué un dégoût profond pour le mélange lait écrémé et sucre, et qu'il n'absorbait sa ration que fort lentement.

Pour expliquer l'apparition rapide de la diarrhée, on incrimina la façon un peu brutale dont on avait substitué le lait écrémé au lait pur. Lorsque le veau est complètement rétabli on reprend l'expérience.

Dans la ration du soir, on remplace d'abord un litre de lait doux par un litre de lait écrémé additionné de 20 grammes de sucre: puis deux litres de lait complet par deux litres de lait écrémé et 40 grammes de sucre. Malgré la lenteur de la substitution, le ramollissement des excréments apparaît bientôt et, avant qu'on ait pu remplacer quatre litres de lait pur, la diarrhée se montre suffisamment intense pour entraver les recherches.

On accuse alors le lait écrémé et le dénaturant du sucre de provoquer l'apparition des troubles intestinaux. Pour éliminer ces deux causes, on distribue du lait doux et du sucre cristallisé. Afin même de connaître l'influence de l'individualité, on choisit trois veaux :

Le veau durham-hollandais précédent (n° 1), né le 12 décembre 1907.
Un veau normand (n° 2), né le 17 décembre 1907.
Un veau jerseyais (n° 3), né le 23 décembre 1907.

Le 14 janvier on ajoute du sucre cristallisé dans leur ration de lait doux; la dose quotidienne de sucre est augmentée peu à peu et atteint 100 grammes le 24 janvier.

A ce moment on n'a jamais observé aucun signe d'entérite; il n'y a jamais eu de diarrhée; les animaux absorbent le mélange avec plus d'appétit que le lait seul.

Le veau durham-hollandais lui-même, qui, dans les expériences précédentes avait paru très sensible à l'alimentation sucrée, supporte bien le régime et engraisse assez vite pour être livré à la consommation. Les numéros 2 et 3 soumis à l'alimentation sucrée jusqu'au 4 février ne manifestent aucun symptôme morbide.

D'où cette première conclusion :

« Le sucre pur ne provoque jamais d'accidents diarrhéiques, même sur les animaux prédisposés. »

Afin de connaître les effets du sucre dénaturé, on continue les recherches sur trois veaux :

Le normand (n° 2) précédent.
Le jerseyais (n° 3) précédent.
Un normand (n° 4), né le 30 janvier 1908.

A partir du 8 février on ajoute une cuillerée à soupe (20 grammes) de sucre dénaturé à la ration de lait. On augmente tous les jours la dose de sucre.

Bientôt le numéro 4 présente une légère diarrhée et le numéro 2 un faible ramollissement des excréments. Le numéro 3, seul, accepte sa nourriture avec plaisir et ne montre jamais le plus petit signe de malaise ou d'entérite.

Le 14 février on abat pour la consommation les numéros 2 et 3, et on conserve le numéro 4 à peine guéri de sa diarrhée.

Cet animal reçoit les 16 et 17 février une cuillerée à soupe de sucre dénaturé. A la fin du second jour, ramollissement des excréments. On distribue une seule cuillerée à soupe le 18 février, puis deux cuillerées le 19 et les jours suivants.

Bientôt les excréments durcissent et il est possible de prolonger l'expérience pendant un mois en portant peu à peu les doses de sucre à huit, neuf, dix cuillerées, c'est-à-dire 200 grammes, sans noter aucune apparition de la diarrhée. Les excréments sont revenus et restent normaux.

CONCLUSIONS

1° Le sucre pur cristallisé ne cause jamais de troubles intestinaux.

2° Le sucre dénaturé provoque souvent du ramollissement des excréments et de la diarrhée, ce qui est dû à la nature du dénaturant ; mais, en général, les premiers symptômes cessent promptement et on peut continuer impunément le régime sucré. Il est excellent de commencer la distribution par de faibles doses de sucre.

3° L'individualité joue, enfin, un grand rôle :

Le veau jerseyais (n° 3) n'a jamais manifesté aucun trouble.

Le normand (n° 2) n'a présenté qu'un ramollissement des excréments léger et passager. Le numéro 4 a souffert d'une faible diarrhée promptement guérie. Le durham-hollandais (n° 1) n'a jamais cessé d'avoir de la diarrhée. même avec de petites doses de sucre dénaturé.

Le sucre dénaturé est une nourriture généralement, sinon toujours, bien supportée par les veaux.

Nous aurions bien voulu connaître sa valeur nutritive comparativement à celle de la matière grasse du lait ; mais les expériences ayant dû être interrompues, nous les reprendrons en novembre, en cherchant :

1° La confirmation des premiers résultats acquis ;

2° Si des veaux nourris avec du lait pur additionné de sucre engraissent aussi facilement que lorsqu'ils sont alimentés avec du lait doux seulement ;

3° Si des veaux nourris avec du lait écrémé enrichi de sucre, engraissent aussi vite et aussi bien que lorsqu'ils reçoivent du lait pur exclusivement.

M. P. GILLIN

Professeur départemental d'Agriculture du Puy-de-Dôme (Clermont-Ferrand).

CONSIDÉRATIONS SUR L'ORIGINE ET LES APTITUDES DE LA RACE BOVINE FERRANDAISE (1)

— 3 août —

Par race bovine ferrandaise, on entend l'ensemble des animaux pie-rouge dont l'aire géographique comprend une région qui s'étend des Monts-Dores aux Monts du Forez.

Origine. — On donne, sur l'origine de cette race, des assertions absolument contradictoires. Après nous être renseigné auprès des éleveurs et des praticiens compétents, nous avons pensé qu'il convenait de faire connaitre la vérité sur la race bovine ferrandaise. C'est cet exposé que nous avons l'honneur de présenter à votre savante compagnie.

La race bovine ferrandaise, encore appelée race ferrando-forézienne, est élevée et exploitée dans la plus grande partie du département du Puy-de-Dôme, une partie du département de la Loire et dans quelques communes du département de la Corrèze, de la Creuse et de la Haute-Loire.

D'après M. de Lapparent, inspecteur général de l'Agriculture (*Étude sur les races, variétés et croisements de l'espèce bovine en France, Annales du Ministère de l'Agriculture*, Imprimerie Nationale, 1902), M. Gayot, dans l'*Encyclopédie Agricole*, considère les animaux ferrando-foréziens ou forézien-ferrandais, ainsi que les désigne le Comice de Saint-Rambert (Loire), comme des métis assez diversement composés, mélange complexe des races bressane, salers, aubrac et même charolaise. Il est infiniment probable que M. Gayot n'a vu la race ferrandaise que dans le Forez, région qui est bien plus un pays d'importation de plusieurs races bovines qu'un pays d'élevage. Une enquête faite sur place, dans la région montagneuse et mal desservie en voies de communication du Forez, du Livradois et des Monts-Dores, nous a vite convaincu de l'erreur du savant zootechnicien M. Gayot. Il y, a en effet, dans cette région montagneuse une population bovine composée de familles

(1) Rapport présenté à la Section.

possédant des caractères nettement fixés se reproduisant fidèlement. Ces caractères, nous les retrouvons nettement définis et concordants quel que soit le praticien qui les énumère. Dans la région des Monts-Dores, c'est M. Mestas, vétérinaire, un savant et expérimenté technicien, qui nous en donne une énumération à la fois succincte et précise. A Ambert, c'est notre collègue et ami M. Veyret, professeur d'Agriculture, qui définit les caractères de la population ferrandaise d'Ambert et de Saint-Anthême, chef-lieu de canton de l'arrondissement d'Ambert, situé à 22 kilomètres de Montbrison. Enfin, en 1899, un Congrès agricole qui réunissait des délégués de toutes les Sociétés agricoles du département du Puy-de-Dôme, précisait les caractères de la race bovine ferrandaise et jetait les bases de l'institution du Herd-Book Ferrandais.

Il nous faut insister sur la concordance des descriptions de cette race. C'est là une indication qui nous est un sûr garant de l'homogénéité de la race ferrandaise. Or on peut dire, sans crainte de se tromper, que toute race homogène est une race pure.

Nous sommes donc amené à déclarer, avec M. Mestas, que la race ferrandaise est une race autochtone qui est connue et élevée dans la partie montagneuse de l'arrondissement de Clermont et dans celui d'Ambert depuis un temps immémorial.

En conséquence, nous pouvons considérer la population ferrandaise comme constituant une race bien définie et nous pouvons dire, avec le professeur Sanson, « que son existence est bien réelle ». M. Sanson considère la race ferrandaise comme une variété de la race d'Auvergne. Cette dernière race comprendrait ainsi deux variétés : la variété de Salers ou du Cantal et la variété ferrandaise ou du Puy-de-Dôme. Disons, en passant, qu'on trouve aussi des animaux Salers dans les montagnes du Mont-Dore et sur divers points du département du Puy-de-Dôme. La variété ferrandaise, que nous appellerons race ferrandaise, a reçu différents noms empruntés surtout aux localités où elle est élevée avec le plus de soins. C'est ainsi qu'on la désigne encore, dans l'arrondissement de Clermont-Ferrand, sous les noms de ferrande, ferrandaise, race de la Limagne, du Marais, de Rochefort-Montagne ; dans l'arrondissement d'Ambert, c'est la race barrée, la race de Saint-Anthême, de Marat, du Brugeron, de Pierre-sur-Haute, du nom du point culminant de la chaîne du Forez, entre les départements de la Loire et du Puy-de-Dôme.

Ces dénominations affirment encore l'origine très ancienne de cette race. Ainsi se trouve réfutée l'assertion de M. Gayot. Lorsque parut l'*Encyclopédie Agricole*, on peut affirmer que la race ferrandaise était supérieure aux types qui d'après, M. Gayot, auraient servi à constituer cette race.

Nous ne méconnaissons pas, d'ailleurs, qu'il y eut à diverses reprises des

tentatives d'introduction d'éléments étrangers. C'est ainsi que divers praticiens nous ont signalé des achats de quelques sujets hollandais, simmenthal, fribourgeois. Il s'agissait, on le comprend sans peine, d'un essai d'amélioration de l'aptitude laitière de la race ferrandaise. Mais, de même que les introductions de Durham dans le Limousin et de Devon dans le Cantal ont échoué par non-acclimatation de l'élément étranger, de même les sujets hollandais ou fribourgeois n'ont pu résister au rude climat de l'Auvergne. Les métis fribourgeois-ferrandais étaient loin de valoir les sujets ferrandais purs. Ainsi que le dit M. Veyret, l'expérience faite avec les sujets fribourgeois a laissé un enseignement : on a reconnu que les animaux suisses importés dans la région d'Ambert étaient plus difficiles à nourrir, moins bons travailleurs, moins agiles sur les côteaux abrupts, que les sujets de race indigène. Aussi, lorsqu'on retrouve actuellement un animal issu de croisement, son origine est une cause suffisante pour déprécier sa valeur. Ces métis sont d'ailleurs excessivement rares et on ne saurait faire état de ces tentatives d'amélioration par le croisement. Nous en connaissons la raison et nous savons qu'elle ont échoué : cela doit nous suffire.

Effectif. — Il est assez difficile d'évaluer exactement le nombre des existences de la race ferrandaise. C'est qu'il y a non seulement une région d'élevage bien définie, mais une région d'importation assez mal connue. Nous ne croyons, cependant pas, nous tromper en évaluant l'effectif ferrandais à environ 150.000 têtes.

Aptitudes.. — Il nous faut maintenant indiquer les aptitudes de la race ferrandaise. Suivant le professeur Sanson, cette race possède, à la fois, les trois aptitudes du bétail bovin : production du lait, production de la force et production de la viande.

D'après M. Veyret, les aptitudes de cette race varient suivant le milieu où elle est élevée. C'est ainsi que les animaux qui séjournent pendant la belle saison sur les hauts pâturages, véritables montagnes à lait, des Monts du Forez, sont spécialement aptes à la production du lait qui sert à la production du fromage dit « fourme d'Ambert ». Ailleurs, dans le Livradois, la Limagne, les Monts-Dores, le bétail ferrandais se fait remarquer par la facilité avec laquelle il effectue et supporte des travaux longs et pénibles. Le bœuf ferrandais est un excellent moteur. Or, quoi qu'on en dise et quoi qu'on fasse, il faudra toujours de solides moteurs animés pour l'exécution des labours de défrichements, de défoncements, labours profonds, charrois, souvent très pénibles dans la Limagne et dans la montagne, et, à ce point de vue, la race ferrandaise est une race d'une très grande valeur.

Nous pourrions citer des résultats comparatifs de pesées d'animaux soumis au régime d'engraissement, qui montreraient que les sujets ferran-

dais peuvent s'engraisser aussi facilement que les sujets charolais. Ce sont d'admirables transformateurs de pulpes de betteraves, de sons, tourteaux et autres produits d'engraissement.

Mais nous voulons surtout insister sur la vocation laitière de la race ferrandaise. Ce sont, en effet, les aptitudes laitières qui font rechercher les sujets de cette race. Les jeunes vaches laitières sont très demandées par les laitiers urbains et ruraux des régions ferrandaise, forézienne et lyonnaise.

Sans chercher à concurrencer ou à supplanter les races bovines voisines, race de Salers, race charolaise, race limousine, la race ferrandaise peut conserver son aire de dissémination et même en agrandir le rayon, à la condition indispensable qu'elle sera sélectionnée comme race laitière. Cette considération nous paraît devoir servir de base à toutes les mesures destinées à l'amélioration de cette race. C'est là l'objectif. Quant à la méthode, elle nous est clairement indiquée par l'expérience. Puisque toutes les tentatives d'amélioration par le croisement ont échoué, il faut améliorer cette race *in and in*, par la sélection. La formule à suivre peut s'énoncer ainsi : bien choisir les parents, bien nourrir les élèves.

Le choix des parents, c'est-à-dire des reproducteurs mâles et femelles, suppose la détermination préalable du type ou standard de la race. C'est ce qu'à fait le Congrès de 1890. C'est ce que la Commission du Herd-Book Ferrandais vient de préciser en 1908.

Les travaux du Congrès de 1899 ont décidé la création du Herd-Book Ferrandais, c'est-à-dire le Livre du Bétail, du registre des inscriptions des animaux de race pure. Chaque année, la Commission du Herd-Book parcourt la région d'élevage de la race et, après un examen minutieux des animaux présentés, inscrit les sujets de race pure. La Commission s'en tient strictement aux caractères distinctifs de la race, telle qu'elle a pu les déterminer sur place par leur répétition chez les meilleurs sujets reproducteurs.

Voici ces caractères qui définissent le standard de la race :

A. — *Tête.* — Tête moyenne, front court et large, chanfrein droit, nez plutôt court, chignon formant une courbe à un seul sommet.

Œil. — Grand, orbite prononcée ; regard vif et éveillé.

Cornage. — Cornes moyennes de couleur blanche avec extrémités foncées, surtout chez les adultes. Leur direction est d'abord horizontale et perpendiculaire au plan médian du corps. Les cornes se dirigent ensuite légèrement en avant, puis elles se relèvent en se contournant en dehors et en arrière.

Encolure. — Cou plutôt mince et allongé. Fanon moyen.

B. — *Ligne de dessus.* — Rectiligne.

Dos. — Large.

Rein. — Court, droit, bien attaché.

Hanches. — Larges, espacées.

Croupe. — Longue, bien musclée.

C. — *Poitrine.* — Haute, profonde, bien descendue, près de terre.

Épaules. — Moyennement saillantes et espacées.

Sangles. — Bonnes.

Côtes. — Rondes, bien arquées.

D. — *Culotte.* — Développement moyen, fesse descendue, musclée, droite ou légèrement oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

Largeur du bassin. — Moyenne chez le mâle, plutôt grande chez la femelle.

E. — *Membres.* — Courts, bien d'aplomb, épais et solides dans la jambe et l'avant-bras, fins et secs dans les canons; articulations assez larges; pieds moyens à corne très résistante.

F. — *Robe.* — Pie-rouge; taches blanches plus ou moins grandes, la teinte rouge brique étant aussi éloignée du rouge acajou du Salers que du rouge clair du Simmenthal ou du Fribourgeois.

Muqueuses. — Roses, sans taches noires.

Peau. — Souple et assez fine, sans taches noires. Poils fins et lisses.

G. — *Marques laitières.* — Pis grand, carré, étendu sous le ventre, trayons volumineux et régulièrement espacés; trayons supplémentaires assez fréquents.

Veines du lait. — Très apparentes, noueuses, contournées. Fontaines du lait grandes, bien ouvertes.

Écusson. — Aussi développé que possible.

H. — *Développement.* — Moyen, adulte à cinq ans.

Harmonie des formes. — Ensemble dégagé et robuste. Arrière-train un peu soulevé par rapport à l'avant. Race laitière et travailleuse.

Ce sont ces caractères distinctifs qui guident les jurés dans les concours spéciaux de la race ferrandaise.

Cette race est, en effet, officiellement reconnue depuis 1902. Elle a sa catégorie spéciale au Concours général de Paris depuis 1904; et son concours spécial annuel à Clermont-Ferrand depuis 1902. 10.000 francs de prix sont affectés à ce dernier concours.

Grâce au Herd-Book et aux encouragements de l'État et du département, on a considérablement amélioré la conformation générale de la race. C'est un fait acquis. Mais il reste à améliorer les aptitudes économiques de cette race. Ce sera l'œuvre de demain. Nous en avons indiqué la formule. Nous pourrions en esquisser le programme. Tous les systèmes de sélection et d'encouragement devraient être utilisés : syndicats d'élevage pour le choix et l'entretien de bons taureaux, concours spéciaux avec de nombreux points de rassemblement dans les régions d'élevage de la race, concours avec contrôle laitier et, provisoirement, en attendant une réforme plus complète, généralisation de la méthode de pointage adoptée en 1908 par la Commission d'organisation du concours spécial ferrandais.

Nous sommes convaincu que l'application de ces mesures, combinée avec un choix de plus en plus sévère des reproducteurs et une alimentation rationnelle des jeunes, contribuera puissamment à l'amélioration de la race ferrandaise par elle-même, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des importations de races étrangères. Il y a, au surplus, une qualité

essentielle qui caractérise, au suprême degré, la race ferrandaise et qui doit la défendre contre tout croisement : c'est sa rusticité, qu'il faut à tout prix conserver.

C'est assurément cette rusticité, cette résistance au rude climat auvergnat qui faisait dire au professeur Sanson qu'il n'y aurait aucun avantage ni à faire disparaître cette race pour lui substituer sa voisine du Cantal, la race de Salers, ni à la négliger. Nous irons plus loin et nous affirmerons que la race ferrandaise est le seul instrument capable de mettre en valeur les sols si variés, mais souvent pauvres en phosphate de chaux et en calcaire, les pâturages granitiques ou schisteux de l'aire géographique de cette race, des Monts-Dores aux Monts du Forez, et que tout ce qui sera fait pour améliorer cette race contribuera à relever ou à accroître l'aisance des cultivateurs de cette admirable région.

M. GINIÉIS

CONSERVATION ET UTILISATION DES SARMENTS DE VIGNE DESSÉCHÉS (1)

— 5 août —

Les essais effectués en pays viticoles, dans le Midi de la France particulièrement, permettent d'affirmer la possibilité d'ensiler et de distribuer aux animaux les sarments de vigne à l'état frais.

Nous avons voulu rechercher s'il était permis de formuler les mêmes conclusions pour les rameaux complètement desséchés.

Taillées en avril et laissées sur le sol pendant deux mois au moins, les tiges des pieds de vigne furent cueillies en juin 1907. Elles étaient sèches absolument.

On les broie au moyen d'un solide broyeur d'ajoncs ; et les parcelles que l'on obtient, d'une longueur de 2 à 5 centimètres, légèrement déchiquetées et parfois écrasées, sont transportées dans le coin d'un hangar où on les entasse. On les comprime faiblement et on saupoudre, avec un peu de sel marin, chaque lit du produit, d'une épaisseur de 10 centimètres environ. Puis, le tout est recouvert de terre et de pavés en quantité suffisante pour produire une pression de 1.000 kilogrammes par mètre carré.

Au moment de l'ensilage, M. Aurousseau, chimiste de la station agronomique de Grignon, a pratiqué l'analyse chimique de la denrée.

Voici les résultats de cette recherche :

(1) Travail du Laboratoire de Zootechnie, de l'École de Grignon.

Pour 100 de matière sèche :

Azote	0,790
Matière grasse	3,600
Hydrocarbones évalués en pentoses	3,790
Cellulose non saccharifiable	36,240
Cendres	3,352

Indéterminés : gommes, mucilages. etc.

En même temps, quelques kilogrammes de sarments broyés sont laissés à l'air libre et une autre portion est mélangée à des betteraves. Tout cela, pour juger de la résistance du produit, non ensilé, aux causes d'avarie. Quarante-huit heures après, le mélange bois-betteraves est complètement pourri et les sarments laissés à l'air, entièrement recouverts de moisissures, sont tout à fait inutilisables.

Le 24 mars 1908, on ouvre le silo fermé au mois de juin précédent.

Sur une épaisseur de 20 centimètres, tout le pourtour et tout le dessus se trouvent perdus, envahis par les moisissures. Le reste se trouve en excellent état.

L'analyse, après ensilage, a donné les résultats suivants :

Pour 100 de matière sèche :

Azote	0,944
Matière grasse	3,35
Hydrocarbonés	32,001
Cellulose non saccharifiable	34,230
Cendres	3,752

La conservation de ces sarments secs et broyés — pourtant si altérables à l'air libre — est donc possible par ensilage. Cette dernière opération est même facile à réaliser et donne d'excellents résultats. Sans doute qu'avec plus de précaution, lit de paille entre les couches superficielles des rameaux divisés et les murs ou la terre du silo, on obtiendrait une conservation absolue de presque toute la masse.

Ce même jour, la seconde partie des recherches fut commencée et on présenta aussitôt des sarments broyés aux animaux d'expérience.

Trois brebis corses, choisies pour leur rusticité et leur grand appétit, furent isolées en un coin de la bergerie. En substitution à leurs betteraves du soir, elles reçurent 100 grammes de sarments broyés qu'elles délaissèrent, d'ailleurs, parfaitement. Quelques jours après, les betteraves du matin furent également supprimées et, dès lors, on ne distribua plus aux animaux que l'aliment en expérience.

Les brebis refusèrent constamment de consommer la moindre parcelle de sarments, malgré un jeûne rigoureux et à peu près absolu, prolongé pendant une dizaine de jours.

Au bout de ce temps, les bêtes avaient considérablement maigri. On leur donna de la pulpe d'agave — substance exotique que l'on expérimentait aussi à la même époque, et dont n'avait pas voulu un autre lot

de moutons. Les brebis corses acceptèrent la nouvelle denrée et s'en accommodèrent, plutôt mal, il est vrai, pendant plusieurs jours. Preuve certaine de l'impossibilité absolue d'utiliser les sarments secs à l'alimentation du bétail.

CONCLUSIONS

1° Les sarments secs et broyés qui se moisissent en quarante-huit heures, au contact de l'air, se conservent, en silo, durant une année au moins ;

2° Il est complètement impossible de les faire accepter par les animaux qui manifestent, à leur égard, une répugnance invincible — à moins, peut-être, de se trouver dans une période de disette complète et prolongée.

M. R. CHUDEAU

Chargé de Missions scientifiques en Afrique Occidentale française (Paris).

LES BŒUFS DU NORD DU TCHAD

— 4 août —

Aux races de bœufs, parmi lesquelles dominent les Zébus, déjà décrites du Soudan, il convient d'ajouter une race très spéciale qui n'est pas indiquée dans l'ouvrage de Pierre de Monteil *(L'élevage au Soudan,* Paris, 1905).

Le colonel Destenave *(Revue générale des Sciences*, 1903, p. 723), avait signalé, dans la région du Tchad, de grands bœufs à robe claire, les bœufs *Kouri*; il mentionne que les vaches donnent du lait d'excellente qualité et abondant; il ajoute que ces animaux, excellents nageurs, vivent surtout dans les îles du Tchad et il évalue leur nombre à soixante mille. Pour les défendre contre la tsé-tsé, les indigènes sont obligés d'allumer, autour de leur troupeau, des feux d'herbe verte.

Courtet *(in* Chevalier : *L'Afrique centrale française*, Paris, 1908, p. 723) ajoute quelques détails; il mentionne l'absence de bosse et la grosseur des cornes. Ces animaux, dont la taille atteint celle de nos plus forts taureaux normands, sont fortement charpentés; ils sont excellents comme animaux de transport.

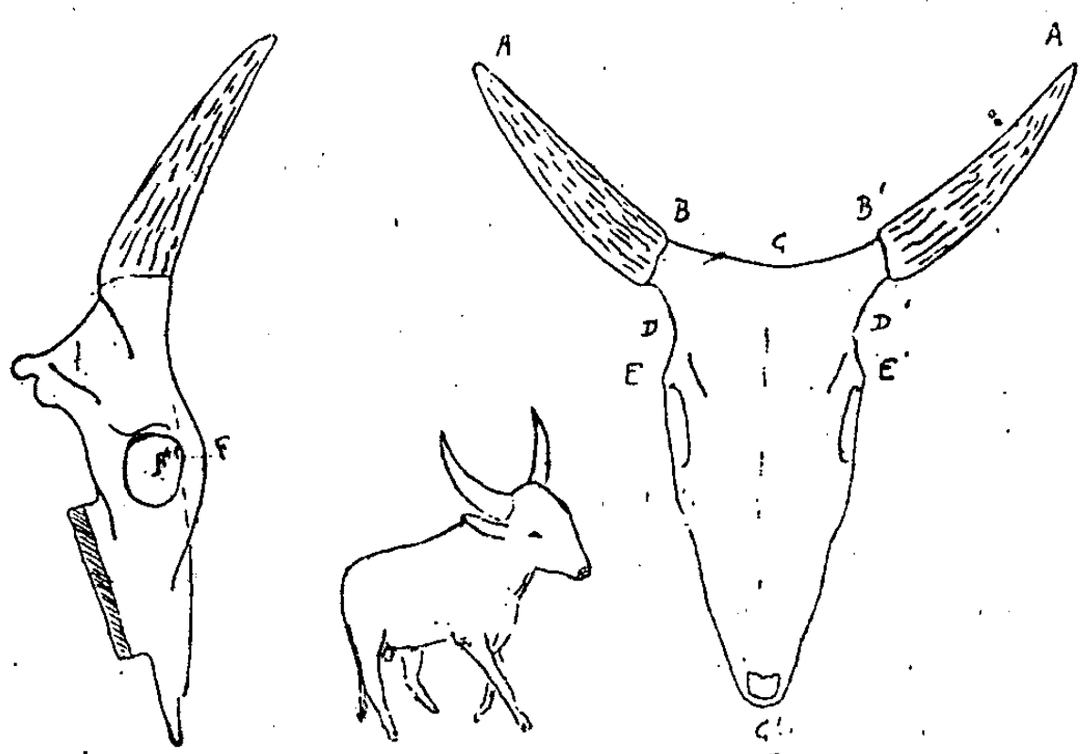
J'ai eu l'occasion, pendant mon séjour à Kouloua, de pouvoir préciser quelques-unes de ces indications. Ces bœufs sont certainement très nombreux; les habitants du petit village de Kalogabi, voisin du port de Kouloua, sont au nombre de deux cents; ils possèdent quatre mille bœufs et, dans ce recensement, ne sont pas compris les veaux. J'ai pu également

prendre les mesures de trois crânes qui m'ont donné les chiffres suivants (en centimètres) :

	1	2	3
AA'.	73	75	75
BB'.	25	22	24
CC'.	55	55	54
DD'.	23	23	22
EE'.	24	23,5	23,5
FF'.	5	4	3,5

Le bombement de la région frontale que j'ai cherché à exprimer par les chiffres FF', est extrêmement remarquable, ainsi que l'étroitesse de la face; ce second caractère cependant est fréquent chez les Zébus du Soudan.

Chez le vivant, les cornes sont vraiment énormes et chez les mâles, le diamètre à la base dépasse 20 centimètres. La robe est habituellement claire, rarement tout à fait blanche; la plupart sont blancs avec quelques taches noires ou feu; un petit nombre sont rouges, bai-marron, parfois bai-brûlé. Le mufle est noir, même chez les bœufs blancs.



Ces bœufs sont l'objet d'un commerce important; leur valeur officielle, pour l'évaluation de l'impôt est de 25 francs; mais ils atteignent souvent un prix plus élevé, jusqu'à 60 francs. Ils sont exportés en grand nombre dans les États Bornous: pendant mon séjour à M'Guigmi, j'en ai vu passer presque journellement des troupeaux qui se dirigeaient vers l'ouest du Tchad. Freydenberg *(Le Tchad et le bassin du Chari,* Paris, 1908, p. 148-149), en donne des photographies.

Ces bœufs Kouri ne sont pas spéciaux aux iles du Tchad; l'indication du colonel Destenave, qu'ils vivent mal sur la terre ferme est inexacte. J'ai retrouvé la même race à plus de 300 kilomètres à l'ouest du Tchad, chez les Tebbous demi-sédentaires, dont les campements sont établis au

nord du Koutoun; à Garagoa notamment, nous avons pu assister à l'abreuvoir d'une partie du troupeau; il y a dans le village une soixantaine de chefs de cases et nous avons vu défiler plusieurs milliers de bœufs. Cette région est absolument sèche et l'on ne trouve d'eau que dans les puits (17m,50 de profondeur à Garagoa).

Dans le Koutoun, à 50 kilomètres au sud, il n'y a plus que les Zébus du Soudan,

---

M. Ch. MOROT

Vétérinaire-inspecteur de l'Abattoir (Troyes).

NÉCESSITÉ DE REMÉDIER A L'INSUFFISANCE NUMÉRIQUE DU BÉTAIL ET AU RENCHÉRISSEMENT CONSÉCUTIF DE LA VIANDE

— 4 août —

Notre pays traverse, depuis de longs mois, une période extrêmement dure aux pauvres gens. Ne se trouvant plus en France en quantité suffisante pour les besoins de la consommation nationale, le bétail de boucherie a atteint des prix très élevés et s'y maintient sans qu'on puisse prévoir, à l'heure actuelle, la cessation prochaine de la pénurie et du renchérissement des aliments carnés.

Résultat. — La viande est de moins en moins à la portée des ménages modestes et son acquisition journalière n'est point sans apporter quelques troubles dans le budget particulier des familles simplement aisées. La diminution des achats du public, due à cet état de choses, suscite les plaintes des tenanciers des étaux moins achalandés et cause un préjudice très appréciable au commerce de la boucherie en général.

Les bouchers se sont émus de cette situation et, dans le but d'y remédier, en ont recherché la cause. Ils l'ont attribuée à l'utilisation des bestiaux français pour la fabrication des conserves de viandes militaires et les besoins de certains départements qui s'approvisionnaient d'animaux étrangers avant la surélévation des tarifs douaniers, aux restrictions administratives apportées à l'introduction en France des bêtes à laine d'Algérie, à l'abatage d'un grand nombre de vaches propres à la reproduction, à la tuerie exagérée des veaux et des agneaux (1).

En 1904, le Syndicat de la Boucherie de Marseille a émis un vœu tendant à empêcher l'abatage des agneaux en juin-juillet et l'abatage des veaux en août-septembre, pour arrêter la dépopulation animale. Le Syndicat de

(1) *Létal* (Ch. Morot). *La cherté de la viande due à la diminution du nombre des bestiaux en France. Doléances des bouchers à ce sujet.* (*Progrès vétérinaire*, 10 juin 1908, p. 405.)

la Boucherie française a adopté, ainsi que le Syndicat de la Boucherie de Paris, en 1906, un vœu de la Boucherie de Marseille, réclamant l'interdiction de l'abatage des agneaux en juillet, août et septembre afin d'empêcher l'épuisement du troupeau national.

Le Ministère de l'Agriculture a refusé d'admettre un vœu du Congrès de 1907 de la Fédération des bouchers du Midi de la France, sollicitant l'interdiction de l'abatage hibernal des agneaux d'un poids net inférieur à 8 kilos. Pour prévenir la disette complète d'animaux de boucherie, la Fédération a ensuite réclamé, en 1907, mais sans succès : 1° la prohibition absolue en France de l'abatage des vaches en état avancé de gestation ; 2° la diminution de l'abatage des vaches pour la fabrication des conserves militaires.

Les mesures prohibitives réclamées par la boucherie actuelle sont loin d'être nouvelles. La raréfaction du bétail consécutive à diverses calamités publiques (guerres, disettes, famines, épidémies, épizooties, etc.), a souvent été combattue par l'interdiction administrative de l'abatage des brebis et vaches gravides, des veaux et agneaux au-dessous et au-dessus d'un certain âge, soit en certaines saisons ou durant un temps déterminé.

En vue d'empêcher la dépopulation ovine, l'abatage des agneaux a été interdit en France, partiellement ou totalement, à diverses époques, par des arrêts, lettres-patentes et édits royaux. Cette interdiction a été absolue en 1563 et (sauf à Paris, de la Pentecôte à Noël) en 1701 ; elle visait les sujets avant l'âge d'un an en 1567 et 1577, après l'âge de deux mois en 1676 ; elle allait du 15 mai au 11 novembre en 1565, de la Pentecôte jusqu'à Pâques en 1666 et 1668 et jusqu'au 31 décembre en 1676 (avec rappel pour Paris en 1741, 1782 et 1804); elle était établie pour deux ans dans la généralité de Caen en 1744 (1).

En mai 1611, un pamphlétaire proposait de remédier ainsi à la disette et à la cherté de la viande à Paris (2) :

« D'autant que l'abondance est la mère de vilité, je voudrois pour y parvenir faire défences de tuer des aigneaux, sur peine du fouet, despuis le premier jour de janvier jusques au dernier juillet. Vous faictes, en ce faisant, profiter les troupeaux, accroistre les fumiers des laboureurs, qui s'abonissent par la fiante de ces animauls, qui par après multiplient les grains à foison par l'amendement que l'on faict aux soles et jachères. Vous empeschés les bergers de vendre lesdits aigneaux ; vous retranchés la perte des troupeaux que l'on donne à moitié. Pareil remède sur les veaux et autres espèces de vivres, lesquels ne voyent à peine la lumière par la friandise de ce temps. »

Plusieurs lettres échangées entre les contrôleurs généraux et les inten-

(1) Ch. Morot : a. b). *Interdiction de l'abatage des agneaux destinée à éviter la dépécoration*, c. *Limitation de l'abatage des vaches, veaux, agneaux et brebis à Paris. (Bulletin du Syndicat central des Vétérinaires-inspecteurs de boucherie.* a) 15 avril 1907, p. 137 ; b) 15 juillet 1907, p. 211 ; c) 15 octobre 1907, p. 292.)

(2) *Advis de Guillaume de la Porte hotteux ès halles de la ville de Paris.* Édouard (Fournier, *Variétés historiques et littéraires*, t. III, Paris 1860, p. 311 et suivantes.)

dants provinciaux renferment des renseignements intéressants, résumés ci-dessous, sur les causes et les remèdes de la dépopulation animale en France du XVII^e^ au XVIII^e^ siècle (1).

31 décembre 1692. — Les intendants s'enquerreront si pour la consommation des grandes villes et des armées les moutons sont tués, contrairement à l'ancien usage, à un et deux ans au lieu de cinq ans. Si le fait existe, comme le bruit en court, ils devront avec les principaux bourgeois, manufacturiers, bouchers, marchands de bestiaux, négociants en laine, examiner la manière d'y remédier « par la défense de tuer des agneaux et moutons jusqu'à un certain âge, ou par d'autres moyens sur lesquels ils donneront leur avis, afin d'empêcher la laine de diminuer en quantité et en qualité. Celle des jeunes sujets est courte et moins propre à la draperie. » (T. I, n° 1158, p. 308.)

14 novembre 1703. — M. d'Argenson, lieutenant général de police à Paris écrit dans le sens suivant au contrôleur général : Le débit des vaches dans les boucheries a continuellement augmenté depuis six ans ; il monte actuellement à plus de vingt mille têtes par an. En outre le débit des veaux mort-nés prouve qu'on abat beaucoup de vaches pleines, sous prétexte qu'elles sont moins chères, et ce dernier abus est de telle conséquence que, si le contrôleur général ne juge pas à propos de défendre absolument le débit des vaches au-dessous d'un certain âge, il devrait au moins exclure du commerce les vaches pleines et établir des peines pécuniaires contre les contrevenants (2). (T. II, n° 545, p. 160-161.)

2 mars 1712. — M. Daguesseau, procureur général au Parlement de Paris, trouve très juste et très utile au public la déclaration royale, défendant de tuer des agneaux pendant trois ans ; mais il réprouve la clause enjoignant aux lieutenants généraux de police « de tenir la main à ces défenses, à peine d'en demeurer responsables en leur propre et privé nom, et d'interdiction ou suspension de leurs offices ». Ces officiers et ceux des autres judicatures n'ont pu mériter cette rigueur puisque cette défense n'ayant pas encore le caractère d'une loi, ils ne peuvent déjà être incriminés de contravention ou de négligence. A moins de raisons pressantes, ce passage mortifiant devrait être remplacé par une injonction en termes généraux. (T. III, n° 1233, p. 430.)

Mars-avril 1713. — L'interdiction du pâturage des bestiaux aux bois défensables de Picardie est suspendue, après avis, donné par l'intendant d'Amiens, qu'elle a causé une agitation séditieuse des riverains, pouvant ruiner six cents familles et *anéantir l'espèce des vaches.* (T. III, n° 1423, p. 480.)

14 mai 1713. — La prohibition de l'abatage des agneaux, édictée le 24 février 1714 « pour réparer le désordre que les maladies ont causé dans les bêtes à laine » en Brie, reçoit toute l'attention nécessaire de l'intendant de la généralité de Paris et s'exécute bien régulièrement. (T. III, n° 1635, p. 535.)

28 novembre 1713. — Dans la généralité de Caen, région de grand commerce de maigres et de gras, les marchands-herbageurs assurent qu'il n'y aura plus dans peu d'années assez de bestiaux « pour charger les herbages de graisse », ni de bœufs pour labourer la terre. Déjà la cherté est excessive sur la viande et le suif, de même sur les grains à cause de la stérilité des terres insuffisamment engraissées. Devenus pauvres et sans crédit, après la vente forcée de leurs bes-

(1) *Correspondance des contrôleurs généraux des finances avec les intendants des provinces,* publiée par A. M. DE BOISLISLE et P. DE BROTONNE, t. I^er^, 1683 à 1699, Paris 1874, t. II, 1699 à 1708, Paris 1883, t. III, 1708 à 1715, Paris 1897.

(2) M. d'Argenson avait déjà signalé ces faits le 30 janvier 1702.

tiaux pour le paiement des impôts, les paysans sont incapables d'en acheter ou d'en prendre à cheptel. L'intendant Guynet a projeté de dessécher 60.000 arpents de marais communs et d'y remettre *annuellement 300 vaches* pendant dix ans *pour multiplier et rendre abondant le bétail.* (T. III, nº 1553, p. 515.)

11 avril 1714. — M. d'Argenson rapporte que des agneaux entrent à Paris, en transgression de l'arrêt du Conseil du roi interdisant l'abatage de ces animaux, et passent la plupart « dans les carrosses des seigneurs et des bourgeois, que les commis ne sont pas en usage de visiter », surtout « à la faveur des voitures qui viennent de la Cour ». Pour réprimer cet abus, les fermiers généraux devraient recevoir de nouveaux ordres « afin que les commis y eussent une continuelle attention ». Le roi devrait en outre en aviser les officiers des régiments des gardes françaises et suisses, parce que plusieurs de leurs soldats « font leur principale occupation de faire passer des viandes en fraude ». (T. III, nº 1616, p. 531.)

26 mai 1714.— Faute de pacages, les bestiaux ne peuvent être mis en réserve dans la généralité de Bordeaux. Ils doivent s'acheter, presque à mesure qu'ils se consomment, la plupart en Périgord et Limousin. Le manque commençant de « l'espèce » et surtout des bœufs, la rareté et la cherté de la viande appellent la diminution des droits des viandes salées et la suppression des droits des bœufs étrangers, surtout des vaches d'Irlande, ce qui « engagerait plusieurs particuliers à en faire venir et donnerait occasion de *multiplier l'espèce* ». (T. III, nº 1665, p. 542.)

18 août 1714. — Pour assurer la culture et le *repeuplement* (surtout en taureaux), à la suite d'une maladie contagieuse des bestiaux des environs de Paris due aux mauvais fourrages, M. d'Argenson estime qu'il faut interdire : 1º l'exportation du bétail ; 2º l'*abatage des agneaux, veaux et vaches* ; 3º la saisie des bestiaux pour taille ou capitation, et encourager l'importation du bétail sain. (T. III, nº 1697, p. 550-551.)

26 août 1714. — Le contrôleur général des finances écrit aux intendants de Berry, Bourgogne, Auvergne, Champagne, Limoges, Lyon, Moulins, Orléans, Paris : « On m'a proposé, à l'occasion des maladies sur les bestiaux, de *défendre de tuer des veaux et des agneaux pendant un temps*, et l'on représente pour cela, que, comme plusieurs personnes ont de la répugnance à manger du bœuf, on se jette sur les veaux et l'on en consomme une bien plus grande quantité. Comme il est cependant très important d'en *conserver l'espèce* pour remplacer ce que les maladies emportent, je vous prie de me mander ce que vous pensez de cette proposition et ce qui serait pratiquable dans votre généralité. » (T. III, nº 1701, p. 551.)

21 décembre 1714.— L'intendant du Languedoc demande « la levée des *défenses de tuer des agneaux* pour Toulouse et les pays environnants, où les habitants ne possèdent pas de pâturages et ont besoin du lait des brebis ». (T. III, nº 1750, p. 566-567.)

Janvier 1715. — La *défense de tuer des agneaux* a été prorogée, mais les intendants peuvent ne pas l'appliquer au pays où elle serait inexécutable. (T. III, nº 1750, p. 567.)

En 1714, dans les provinces, et en 1722, en Franche-Comté, l'abatage excessif des vaches est accusé de produire la dépopulation bovine (1).

(1) 1º A. Babeau : *La province sous l'ancien régime.* T. II, Paris 1894, Ch. XI, p. 245. — 2º Ch. Morot : *Mesures propres à empêcher la diminution du nombre des bestiaux en France aux siècles derniers* (*Progrès Vétérinaire,* 25 octobre 1907, p. 750.)

En 1720, le roi de France est avisé que, contrairement aux défenses réglementaires, les bouchers de Paris et des environs reçoivent de Normandie, de Picardie ou autres lieux, et tuent : 1° des veaux et génisses appelés « veaux broutiers », ayant « jusqu'à huit à dix dents » et qu'ils débitent comme « veaux de lait » ; 2° des génisses déjà pleines ; 3° des vaches en état de porter ou pleines, ce qui cause « la diminution de l'espèce des bœufs et vaches dans le royaume » (1).

Après avoir reconnu la nécessité de remédier à cet abus, le roi, par arrêt de son Conseil d'État en date du 4 avril 1720 (2) défendit sous peine de confiscation : 1° « à tous laboureurs, fermiers, ménagers et autres personnes de quelque condition que ce soit, de vendre à aucuns bouchers des veaux et génisses âgés de plus de huit ou dix semaines, ni aucunes vaches encore en état de porter des veaux » ; 2° aux bouchers de Paris et des environs d'acheter et tuer ces veaux, génisses et vaches, sous peine en outre pour les bouchers d'une amende de 300 livres et de privation « de faire la marchandise de boucherie ». Il fut permis aux laboureurs, ménagers ou autres de vendre des *veaux de lait* et aux bouchers d'en acheter.

Des lettres patentes de Louis XV, de juillet 1741 (3), confirmant les statuts des bouchers de Paris (article 5), prohibent l'abatage des veaux âgés de moins de six semaines ou de deux mois, des veaux nourris de son ou d'eau blanche (4).

En 1761, les auteurs des principes de l'agriculture, du commerce et des arts louent « la sagesse attentive du roi qui a veillé à empêcher la *destruction des bestiaux* », par l'arrêt précité du Conseil du 4 avril 1720, puis par un autre arrêt du 14 mars 1745 défendant de tuer des vaches au-dessous de dix ans (5).

En 1769, un auteur agricole anonyme juge indispensable la *multiplication des espèces animales* servant à nourrir et à vêtir l'homme (6) : La rareté et la cherté extraordinaires du bétail, des bœufs en particulier, obligent les bouchers à tuer les vaches, quand des mesures devraient en accroître le nombre pour prévenir la *disette de l'espèce* et qu'il faudrait engraisser les terres pour supprimer le jachères.

La diminution des bestiaux provient selon lui : 1° de la plus grande consommation de « charnages », due au surcroît dans les villes d'habitants venus des campagnes, ainsi qu'à l'observation moindre des pratiques religieuses par suite d'un relâchement, ou de l'extrême cherté du poisson et du manque de légumes en carême ; 2° du défaut de fourrages empêchant d'élever communément du bétail parce que les cultivateurs, désireux d'un gain immédiat, vendent leurs récoltes fourragères pour les chevaux de

(1) En vue *d'arrêter la dépopulation bovine*, commencée par une épizootie sévissant dans les États pontificaux romains, le pape Clément XI prohiba, par un édit du 15 septembre 1713, la vente des veaux aptes à devenir des vaches portières, etc. (*Lancisii* opera. T. I, Genève 1718, cap. X, p. 41, cap. XI, n° 7, p. 72.)

(2) *Recueil des déclarations, édits, ordonnances, lettres patentes et arrêts du Conseil d'État du roi rendus de 1715 à 1720*. T. VII, Dijon 1720, p. 59.

(3) DE LESPINASSE : *Histoire générale de Paris. Métiers de l'alimentation*, Paris 1886, p. 291.

(4) D'après une lettre de Roujault, intendant à Rouen, du 17 mai 1713, les paysans des environs de cette ville avaient coutume d'acheter, « pour l'*engrais* des volailles de toutes sortes et des *veaux* », le son que les boulangers de Rouen s'abstenaient d'employer dans la fabrication du pain, contrairement aux usages de la boulangerie de Caen (t. III, n° 1454, p. 491). — CH. MOROT : *Anciennes réglementations concernant l'alimentation des bestiaux servant à la nourriture de l'homme. (Revue vétérinaire*, Toulouse, 1892, p. 45.)

(5) *L'agronomie et l'industrie*. 1e partie. Culture des terres par une société d'agriculteurs, de commerçants et d'artistes. Paris, 1761. Despilly, éditeur. Préface, p. XVIII.

(6) *L'abondance rétablie ou moyens de prévenir en France la disette des bestiaux*. Amsterdam, 1769, p. 22-26 et p. 43-54.

luxe, de poste, de roulage et de messagerie; 3° à la mortalité qui, depuis plusieurs années a détruit successivement la majorité des moutons de différentes régions de la France. Contribuant à l'*augmentation de l'élevage des vaches et des moutons*, la multiplication des fourrages engagerait les cultivateurs à entretenir plus de veaux et d'agneaux, de façon à prévenir *la cherté et l'anéantissement de l'espèce!* Elle provoquerait l'abondance du lait, du beurre, du fromage, du suif, des cuirs et des laines.

A l'exemple de l'Espagne, où la police empêche les bouchers, sous des peines sévères, de tuer plus d'un certain nombre de veaux par semaine, dit l'auteur précité, la France pourrait, pendant quelques années, défendre de *tuer des génisses dans aucun temps*, et *ranimer bientôt l'espèce prête à s'anéantir*. Elle devrait en outre pendant un an ou deux interdire la vente et l'abatage des agneaux; la privation de ces animaux *uniquement consacrés à la fantaisie, ne serait pas pénible et donnerait à l'espèce le temps de se repeupler*.

Au XVIII^e^ siècle, dans un rapport sur le prix des denrées en Grande-Bretagne (1), *John Arbuthnot* exprime l'opinion suivante sur les veaux et agneaux gras consommés à l'âge de trois ou quatre mois :

Malgré leur abondance sur les marchés, ces animaux sont toujours chers, car leur engraissement de quatre-vingt dix, à cent-vingt jours, est aussi coûteux qu'un élevage de deux ans et le montant de sa dépense permettrait de nourrir plus de bétail. Il en résulte un renchérissement proportionnel de leur viande. L'équivalence du bénéfice d'un entretien de trois ou quatre mois à celui d'un nourrissage de vingt-quatre mois est un malheur public. La cherté de cette production de luxe provient de son prix de revient excessif (2).

Au lieu de déclamer que la chair délicate de ces veaux et agneaux est inaccessible aux pauvres, ceux qui en mangent devraient plutôt rougir de la voir sur leurs tables. Elle a d'abord été recherchée par les riches et consommée, en même temps, par leurs nombreux domestiques. Ces goûts somptueux ont bientôt gagné les classes inférieures : les commerçants, qui se contentaient autrefois d'une épaule de mouton, veulent aujourd'hui du filet de veau, de sorte que la basse viande ne trouve plus d'acheteurs.

La surproduction des chevaux a, d'ailleurs, renchéri la viande en général, consécutivement à la dépopulation bovine succédant à la suppression de nombreux pâturages, due à l'extension de la culture de l'avoine. On devrait y remédier en ramenant l'abondance du bétail par la transformation des forêts en pâtures à bœufs et à moutons.

Contrairement à l'avis d'Arbuthnot, *Arthur Young* admet que la cherté du

(1) Ce rapport est reproduit par A. Young dans ses *Annales d'Agriculture*, t. III, p. 255-265 (*Le cultivateur anglais*. Traduction française de Lamorre, Benoist et Bellecocq. T. XVI, Paris 1801.)

(2) A Droghéda, les agneaux gras sont vendus dix sous pièce, en mai et juin. A Mont-Kennedy, tous les agneaux (nés habituellement fin septembre et commencement d'octobre) sont nourris de lait de vache dégorgé dans leur gosier par la bouche des femmes, jusqu'à trois semaines avant Noël, et sont ensuite vendus au marché de Dublin. Cette ville reçoit de la viande assez estimée de chevreau et du lait de chèvre des chevriers des montagnes voisines (*A. Young*. Voyage en Irlande, p. 39, 126, 128.)

bœuf et du mouton, est indépendante de la surconsommation du veau et de l'agneau, car les producteurs de cette jeune chair — de vente assurée — produiraient aussi plus de viande âgée, si les acheteurs en réclamaient davantage (1).

Le renchérissement initial du bœuf et du veau encouragerait l'agriculteur à faire plus d'élèves, son intérêt de producteur l'engageant à surproduire. L'abondance du bétail et la baisse du prix de la viande en seraient la suite. On objecterait en vain que les jeunes veaux seraient achetés plus cher par les engraisseurs. La grande consommation n'en encouragerait-elle pas, puissamment, la continuation de l'élevage et de l'engraissement ? La tuerie progressive des veaux ne raréfierait d'abord la viande du bœuf et n'en augmenterait simultanément la valeur que pour en provoquer ensuite la surproduction et l'abondance, dont l'effet inévitable serait d'aboutir à la baisse de prix. Toutes choses égales d'ailleurs, le prix des denrées est constamment en proportion du travail et le prix du travail suit les progrès de la richesse nationale. *(A. Young.)*

Sur la fin du XVIII^e^ siècle, les pouvoirs publics prennent, à diverses reprises, en vue d'empêcher la destruction des espèces animales comestibles, des mesures analogues à celles édictées par Louis XV en juillet 1741.

Ils interdisent, par exemple, de tuer pour la boucherie : 1° des vaches laitières ou autres, en état de porter, âgées de moins de huit ans ; 2° des veaux, d'un âge supérieur à huit ou dix semaines. Arrêts du Parlement de Paris du 26 février 1778 (2 *a*) et du 12 janvier 1779 (2 *b*). Interdiction des veaux de moins de trois semaines. — Lettres patentes du 1^er^ juin 1782. Statuts des bouchers de Paris, art. 5 (2 *c*). Interdiction des veaux au-dessus de six semaines et ceux nourris de son ou eau blanche. — Ordonnance de police de Paris de mai 1784 (2 *d*). Ordonnance de police de Paris du 20 mars 1800 (2 *e*), qui interdit aussi les veaux au-dessous de quarante jours et les brebis propres à la propagation.

On peut encore citer les prescriptions suivantes :

Défense de tuer ; 1° des veaux de moins de trois semaines et de plus de six semaines, 2° des veaux nourris de son et eau blanche (arrêt du Parlement de Paris du 30 mars 1784., in-4°, 4 p. imp. Simon, Paris 1784). Interdiction de tuer des veaux au-dessous de l'âge de six semaines, à peine de 1.000 livres d'amende (arrêt du Conseil du 17 mars 1785, concernant la rareté des fourrages et les moyens de pourvoir à la conservation des bestiaux *(rec. anc. lois fr.* T. XXVIII, p, 50 n° 2075).

En raison de la dépopulation bovine causée par la disette des fourrages de 1785, un arrêt du Parlement de Rouen du 27 janvier 1787, défend à tous bouchers, de massacrer aucun veau femelle dans le courant de l'année, sous peine de 50 livres d'amende (3).

Dans les cahiers de doléances de 1789, l'interdiction d'abatage est réclamée :

(1) *A. Young. Arithmétique politique,* p. 66-71, 76-77, 169-170, etc. *(Le cultivateur anglais,* traduction précitée. T. XVIII°, Paris 1801.)

(2) JOURDAN, ISAMBERT et DECRUSY : *Recueil général des anciennes lois françaises de l'an 420 à 1789.* Paris 1826-1827 *a*). T. XXV, p. 213, n° 828. — *b*) T. XXVI, p. 9, n° 1017. — c) T. XXVII, p. 195, n° 1653 *d*) T. XXVII, p. 412, n° 1927. — 2° CH. MOROT. *Réglementation de l'abatage des veaux au point de vue de l'âge, considéré sous le rapport de la jurisprudence. (Bulletin de la Société de Médecine vétérinaire pratique de Paris.* 13 mai 1896, p. 194.

(3) A. GALLIER : *Histoire de la boucherie caennaise sous l'ancien régime,* Caen, 1902, p. 251.

1° pour les génisses par la communauté de Trecons (en Champagne) ; 2° pour les vaches pleines de six mois et au-dessus, par les paroisses d'Ayencourt et Monchel (en Picardie) (1).

En 1793, en raison de la cherté de la viande, Vergnaud invite la Convention Nationale à arrêter la consommation des veaux pendant un certain temps. Pour le même motif, en 1794, Barrère et Legendre proposent à la Convention d'établir un carême politique ou civique et une députation du Conseil général de la commune de Paris, demande à la Convention de faire des lois sévères « contre les assassins qui tuent les vaches et les brebis pleines ». De son côté, pour entretenir l'abondance du bétail, Saint-Just désire empêcher les enfants de manger de la viande avant seize ans et en imposer l'abstinence aux adultes, trois fois par mois. En 1793, les commissaires parisiens du Conseil exécutif provisoire des subsistances et du maximum, Grivel et Siret, cherchent à remédier à la rareté et au renchérissement du bétail. En vue d'empêcher la dépopulation animale, Grivel admet l'interdiction expresse de l'abatage des agneaux et tient à limiter cette prohibition pour les veaux aux pays d'elevage.

En 1870, M. Delaporte-Bayart, engraisseur à Roubaix, appréciait ainsi la dépopulation animale due à l'abattage excessif des veaux (2) :

En Angleterre et en Amérique, le bétail n'est abattu qu'à son maximum de croissance. Dans le département du Nord, autour des villes, les veaux sont tués, dès le vêlage, ou dans les sept jours après la naissance, ne pesant guère que 30 kilogrammes vifs. Cet abus rappelle l'extermination qui, à Rome, au IVe siècle, faisait dire à saint Jérôme : *C'est un crime de tuer presque tous les veaux.*

Il vaudrait mieux abattre moins de veaux et n'en tuer qu'à l'âge de quarante à quarante-deux jours au minimum, même à deux ou trois mois, avec un poids vif de 100 kilogrammes. La viande y gagnerait en quantité et en qualité, les bœufs ou vaches de travail, de rente ou d'engrais deviendraient plus nombreux et les fumiers plus abondants. L'abattage prématuré des veaux donne une trop jeune chair, comparable à un bon fruit cueilli avant sa maturité, c'est-à-dire une viande imparfaite, peu nutritive, débilitante et même nuisible à la santé. Il rend la production bovine stationnaire entraînant ainsi l'amoindrissement et la cherté du stock de viande disponible.

Il faudrait interdire l'entrée des abattoirs aux veaux de moins de six semaines ou de moins de 75 kilogrammes vifs et n'en tolérer l'introduction dans les villes, après abatage et dépouillement, qu'à partir d'un poids net de 40 kilogrammes, Le débit du lait à un prix très rémunérateur empêche les laitiers des faubourgs et banlieues des centres populeux du Nord d'élever ou d'engraisser leurs veaux nouveau-nés. Ces jeunes animaux ne devraient être livrés à la boucherie qu'après avoir passé six semaines, deux mois et plus chez les cultivateurs trop éloignés des villes pour y porter leur lait. Ce liquide obtiendrait sur place, par cette division du travail, une

(1) Ch. Morot. 1° *A propos de la dépécoration et de la cherté des viandes (Progrès vétérinaire*, août 1908, p. 593). 2° *Mesures préconisées contre la cherté des viandes au* XVIIIe *siècle (Semaine vétérinaire*, 29 octobre 1905, p. 697).

(2) Delaporte-Bayart *Rapport sur la question des veaux d'élevage et de boucherie (Archives de l'Agriculture du nord de la France*. Lille 1870, p. 187 et s.).

valeur au moins égale au prix du lait distribué à domicile à 10 ou 12 kilomètres. La viande serait ainsi non seulement produite en plus grande quantité, mais encore ferme, savoureuse, riche en fibrine et très nutritive, au lieu d'être molle, fade, gélatineuse et relâchante.

Quand le gros bétail eut été « trois fois immédiatement décimé par la disette fourragère de 1870, la voracité prussienne et le typhus », M. *L. Félizet*, vétérinaire à Elbeuf, conseilla en 1871 aux petits cultivateurs normands de repeupler promptement et économiquement leurs modestes étables par l'élevage du veau (1). Il estimait que, pour un sujet d'un prix initial de 30 francs, cette opération pouvait coûter 88 francs ainsi répartis : 60 francs de lait (500 litres), 20 francs de délayage de diverses farines torréfiées, 8 francs de résidus inférieurs de laiterie. En Normandie, les cultivateurs possèdent à peine, en moyenne, une tête de gros bétail à l'hectare arable, alors qu'on y tue une énorme quantité de veaux, principalement dans les villes. M. Félizet estime que chez eux, les trois quarts de ces veaux pourraient faire des élèves de premier ordre. Il en conclut qu'un droit de 15 à 20 francs au moins par tête sur les veaux d'abattoirs serait très avantageux, non seulement pour l'hygiène publique, mais encore pour la multiplication de l'espèce bovine.

« Une loi interdisant, ou tout au moins enrayant le sacrifice immodéré des jeunes veaux, termine-t-il, serait-elle plus choquante et moins admissible que l'article du code défendant la coupe des blés en herbe » ?

En raison de l'importance du mode d'élevage et d'engraissement des veaux relativement à la multiplication de l'espèce bovine, je résume ci-dessous les recherches faites à ce sujet, par Arthur Young au XVIII^e^ siècle (1).

Les veaux de boucherie tètent 1° en Angleterre (Nord), sept jours, à Askrig, Reeth et Fremington, sept à vingt et un jours, à Shapp, dix à quinze jours, à Stilling-Fleet (York), quatorze jours, à Kiplin, quatorze à vingt et un jours à Altringham, vingt et un jours à Gilling, vingt et un à vingt huit jours à Skenstone, vingt et un à trente jours à Schorton, trente jours à Greta-Bridge, à Bows, à Glenwett, à Ormskirk, à Halsall, à Raby-Castle et à Swinton, vingt-huit à trente jours à East-Newton et à Laystrope, trente-cinq jours à Gosworth ; 2° en Angleterre (Est), quinze jours en Haut-Suffolk (2).

(1) *L. Félizet. Les veaux d'abattoirs* (*Journal de l'Agriculture.* de *A. Barral.*, 1871, 2 septembre, n° 125. p. 382).

(1) *a) Voyage au sud de l'Angleterre*, p. 42. — *b) Voyage au nord de l'Angleterre*, T. I p. 113, 237, 261, 294-295, 303-304. 316, 324, 354. 388, 439, 465, 484-485 ; t. II, p. 16, 24, 25. 29, 37,47, 50, 56-57, 60, 65, 85, 108, 112, 141, 149, 208, 225, 229-230, 242. 252, 283. — *c) Voyage à l'est de l'Angleterre.* t. I. p. 22, 42,68 ; t. II p. 409, 442 ; t. III p. 7. — *d) Voyage en Irlande.* t. I, p. 38, 118, 126-128 ; t. II p. 233. — *e) Lettres d'un fermier au peuple anglais.* t. I. p. 168. — *f) Annales d'Agriculture.* t. I; p. 119-128, 234-241, 327-328 ; t. II p. 435 ; t. III p. 306-321. — *g) Voyage d'Arthur Young en France.* p. 301. Traduction française précitée des œuvres choisies de A. Young : *Le cultivateur.*

(2) Le veau anglais de boucherie est fort supérieur au veau français, même à celui de Pontoise qu'on mange à Paris, rapporte Young à la suite de son voyage en France. A. Bury (Angleterre méridionale), les veaux de boucherie sont gardés sept à huit semaines ; à Dunstall (Staffort), ils sont vendus gras à huit ou dix semaines. En Irlande, à Courtown et à Gowry ils sont engraissés avec le lait de deux vaches et vendus, au bout de trois mois, au marché de Dublin. Aux montagnes Galties (Irlande), presque tous les veaux sont tués dès l'âge de deux ou trois jours : « on nomme leur chair *veau vacillant*, apparemment de ce qu'ils sont encore trop faibles pour se soutenir sur leurs jambes ». *(A. Young.)*

Les veaux sans désignation spéciale tètent : 1° en Angleterre (nord), fort peu de temps à Agarth (parfois sevrés en naissant), trois jours à Ainswick, dix jours à Danby (ensuite lait écrémé et tourteau de lin), quinze jours à Aston, quatorze à vingt-huit jours à Craik-Hill, vingt et un à trente jours à Cambo (parfois sevrés en naissant), trente jours à Holms-Chapel, vingt-huit à trente-cinq jours à Hagley, quarante-deux jours à Bandsworth, soixante jours à Keswick, cinquante-six à soixante-dix jours, à Norths-Nims ; 2° en Angleterre (est), trois ou quatre jours à Blesworth, trois à sept jours à Glendon et à Kettering, soixante-trois à soixante-dix jours à Sheffield-Place (1) ; 3° au nord de l'île de Wight, notamment à Cowes, soixante jours dans quelques fermes, sept jours (ensuite lait écrémé) dans d'autres ; 4° en Irlande, quarante-deux à soixante jours (sauf quelques-uns mis au thé de foin en quelques fermes), à Droghéda ; 5° en Écosse, soixante-trois à soixante-dix jours à Galloway.

Les veaux d'élevage tètent : 1° en Angleterre (nord), deux ou trois jours (nourris ensuite de *gros lait*) à Stilling-Fleet (York), six jours à Schorton, sept jours à East-Newton et à Laystrope, dix jours à Swinton, quatorze jours à Kiplin, trente-cinq jours à Raby-Castle, trente-cinq à quarante-deux jours à Bulton et à Holme, soixante-dix-sept jours (nourris ensuite de farine de haricots et de lait), à Gosworth ; 2° en Angleterre (est), cinquante-six à quatre-vingt-quatre jours à Moreton, ce qui paraît beaucoup trop à A. Young. Les veaux d'élevage ne tètent point : 1° en Angleterre (nord), en Cleveland, en West-Riding, à Gilling, à Greta-Bridge, à Skenstone, à Gloswelt ; 2° en Angleterre (est), à Dishley.

A. Young signale le remplacement de la succion mammaire par la nourriture des veaux à la main, dans les localités suivantes d'Angleterre (nord), sans spécifier le genre d'aliments fournis : 1° *veaux de boucherie*, à Altringham (durée non indiquée), à Marpeth quarante-deux jours, à Ormshirk et à Halsall soixante jours, à Hetton quatre-vingt-dix jours, à Belford cent vingt jours, à Fenton cent quatre-vingts jours ; 2° *veaux d'élevage* à Ormskirk et à Halsall trente jours, à Fenton vingt et un à quarante-deux jours, à Hetton et à Marpeth quarante-deux jours, à Belford cent-vingt jours. Les veaux d'élevage sont nourris à la main, de lait exclusivement, durant cent-quarante jours à Shapp (Angleterre-nord).

A. Young se défie des succédanés du lait conseillés par Budd pour les veaux : 1° thé de foin, 2° farine de fèves et de fleur de froment, 3° gruau d'orge et d'avoine, 4° délayage aqueux chaud de gelée de graine de lin. Sur trente-deux veaux sevrés à trois jours et nourris ensuite de ce délayage, il n'en put élever que quatre, ayant d'ailleurs fort dépéri pendant l'opération et dont un seul prospéra après ingestion de deux tiers de lait écrémé et dun tiers d'eau additionnés d'un peu de graine de lin bouillie. Il n'est pas persuadé de l'avantage, pour les veaux, de la substitution au lait, fréquente en Angleterre, des farines d'orge et d'avoine. Deux veaux élevés par lui avec ces farines ont bientôt dépéri et sont morts après avoir été remis, tardivement, au lait.

Comparant les veaux d'élevage nourris au lait *pur* dans la plupart des provinces anglaises du sud et les veaux alimentés de lait écrémé dans les provinces du nord, *A. Young* doute que l'on puisse améliorer cette dernière méthode économique. Il approuve, par contre, le procédé d'alimentation des veaux, par le lait de tourteau de lin du duc de Northumberland, dont voici la formule : 1° un gallon de lait écrémé avec une demi-once de thériaque commune et une once de

(1) A Sheffield-Place, dit Young, on sacrifie tout le lait d'une vache pour nourrir un veau, tandis qu'au nord de l'Angleterre, avec du lait écrémé ou même avec du lait de beurre, on élève des bœufs qui finissent par peser 100 stones (de 14 l.) »

tourteau de graines de lin bien pulvérisé; 2° lait ordinaire sortant des mammelles. Les veaux prennent ce mélange après chauffage à la température ordinaire et, à mesure qu'ils s'y habituent, la dose de tourteau en est augmentée. A. Young reconnaît que la méthode du duc de Northumberland rend le lait écrémé plus nourrissant et meilleur. Après plusieurs essais, il a reconnu, avec divers fermiers, qu'*elle réussissait aussi bien qu'on pouvait le désirer.*

Delaporte-Bayart, de Roubaix, conseille les substitutions suivantes au régime lacté exclusif des veaux. 1° Méthode Payen : trois premiers jours lait pur, jusqu'à trois semaines lait écrémé, trois semaines suivantes délayage lacté ou aqueux de farines de sarrasin, maïs, fève ou orge, finalement pâtons farineux et laiteux. 2° Méthode anglaise : trois premiers mois lait pur, trois mois suivants lait écrémé avec foin sec, betteraves et farine d'orge. 3e Méthode américaine : trois premiers jours lait pur, puis délayage aqueux d'avoine et d'orge concassés et bouillis, additionné au bout de dix jours de foin sec et deux mois après de fourrages vert. 4° Méthode de Charleroi : soupe d'orties. 5° Infusion de foin progressivement concentrée ; au bout de quarante à soixante jours de ce régime, les veaux sont bons, quoique moins gras que ceux nourris au lait pur, mais surtout supérieurs — à ceux tués à huit jours — en qualité, saveur et salubrité. 6° Maïs bouilli au lait.

Les veaux s'assimilent les farineux délayés dans sept à huit litres journaliers de lait, avec autant de facilité que le lait pur ; ils deviennent aussi gras et spécifiquement plus lourds que ceux finis d'obésité et de blancheur par le lait pur; les bouchers leur trouvent plus de viande, d'ailleurs excellente et savoureuse (Delaporte-Bayart).

Au Conseil d'hygiène du département des Bouches-du-Rhône, en 1884 (*C. R.*, p. 8) et en 1895 (*C. R.*, p. 22 et 87), M. Fabre, vétérinaire départemental à Marseille, annonçait le débit clandestin annuel en cette ville, de quelques milliers de veaux à peine âgés de trois, quatre ou cinq jours (1).

Au Conseil d'hygiène du département de la Gironde (2), M. Baillet, vétérinaire-inspecteur en chef à Bordeaux signalait: en 1888 et 1890, des saisies de viandes de veaux de huit à quinze jours et même mort-nés ou naissants, introduites en cette ville soit régulièrement, soit frauduleusement ; en 1889, 1891 et 1893, à Mérignac, aux portes de Bordeaux une tuerie, non autorisée, ni surveillée abattant, chaque semaine, des veaux naissants et quinze à vingt veaux de huit à quinze jours, achetés au marché des nourrissons de la Bastide, débités, partie à Mérignac ou aux communes voisines, partie frauduleusement en plusieurs boucheries et restaurants de Bordeaux, où la classe ouvrière et les gens peu fortunés sont attirés par le bon marché.

Des faits analogues m'avaient amené, en 1904, à réclamer, pour cause d'hygiène publique, l'interdiction de l'occision prématurée des veaux, agneaux, chevreaux, etc. (3). On pourrait encore la demander aujourd'hui à l'effet d'empêcher la dépopulation animale, si l'on ne connaissait le récent rejet, par le Gouvernement, de mesures prohibitives de ce genre sollicitées par des syndicats de boucherie du Midi.

(1) *Progrès vétérinaire,* 10 février 1906, p. 111. *(Débit de veaux trop jeunes des laiteries de Marseille)* ; 10 janvier 1907, p. 18, 24 *(Viandes non mûres).*

(2) *C. R.* 1886, t. XXVIII, p. 240-241, 246-247. — 1889, t. XXXI, p. 384-386. — 1890. t. XXXII. p. 324 et 333. — 1891, t. XXXIII, p. 301-303. — 1803, t. XXXV, p. 246, 250-251.

(3) *Les fœtus et les animaux nouveau-nés conviennent-ils pour l'alimentation humaine? (Association française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Grenoble* 1904, p. 1497 et s.).

Le refus de l'État de retarder ou de limiter l'abatage des jeunes animaux, en vue de prévenir la dépécoration, n'empêche nullement l'initiative privée, soit de recourir librement à cette limitation ou à ce retard, soit de les recommander.

L'agriculteur, débitant de lait, pourrait aisément — tout en disposant à son gré de ce produit — s'abstenir de livrer des veaux trop jeunes à la boucherie, qui n'en tire, d'ailleurs, qu'une viande inférieure et peu abondante. Pourquoi n'attendrait-il pas qu'ils aient ingéré tout le premier lait ou colostrum pour s'en débarrasser, en les vendant comme nourrissons à des cultivateurs qui les engraisseraient au lait pur pour la consommation, ou qui les élèveraient avec du lait écrémé mêlé, ou non de lait pur, mais additionné de farines de graminées et de légumineuses, de bouillies de graines et tourteaux oléagineux, de racines cuites, etc. ?

En luttant ainsi contre la dépécoration par la production de veaux de boucherie gras et mûrs, de veaux d'élevage destinés à devenir, soit des vaches laitières et des taureaux, soit des vaches et bœufs gras, on arriverait à une surproduction animale qui, tout en enrichissant l'agriculture, contribuerait à diminer le prix de la viande et à augmenter l'afflux des acheteurs aux boucheries.

M. AVIGNON

Professeur spécial d'Agriculture (Montluçon).

LA MUTUALITÉ AGRICOLE DANS LA RÉGION DU CENTRE

— 4 août —

L'esprit mutualiste pénètre lentement dans les milieux ruraux du centre de la France.

Depuis quelques années cependant, les travailleurs de la terre commencent à comprendre les avantages des institutions économiques. Ils se groupent en syndicats agricoles qui leur procurent les engrais, les semences, etc., à meilleur marché et analysés ; des instruments que la petite culture ne peut se payer.

Ils créent des mutuelles-bétail qui, moyennant une cotisation de 1 franc 0/0 sur la valeur des animaux assurés, touchent, en cas de mortalité, jusqu'à 75 0/0 du prix de la bête morte.

Ils fondent des Caisses de crédit qui leur permettent d'emprunter pour trois mois renouvelables, à un taux faible, les sommes qui leur sont nécessaires pour acheter des bestiaux, des semences, des engrais, des instruments et payer leurs domestiques.

Pour assurer le pain de leurs vieux jours, ils ont recours à la Caisse mutuelle de retraites.

Dans l'arrondissement de Montluçon, il existe quarante syndicats agricoles groupés en une Fédération qui procède par adjudication pour faire ses achats.

Plusieurs mutuelles-bétail fonctionnent assez bien.

Une Caisse de crédit d'arrondissement, créée depuis deux ans, s'est rapidement développée. Elle fera, en 1908, plus de 100.000 francs d'affaires, principalement avec la petite et moyenne culture.

Enfin, une Caisse mutuelle de retraites fonctionne depuis six mois. La cotisation annuelle est de 18 francs.

Plusieurs propriétaires versent la moitié de la cotisation pour les enfants de leurs métayers, employés et ouvriers.

M. J. LAURENT

Chargé de Cours à l'École de Médecine (Reims).

DANS QUELLE MESURE L'ÉTUDE DE LA FLORE SPONTANÉE PEUT-ELLE FOURNIR DES INDICATIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT DES CARTES AGRONOMIQUES ?

— 4 août —

Discussion. — M. DE WILDEMAN insiste sur la nécessité d'analyser le sol et le sous-sol par les plantes. Dans l'état actuel de la chimie agricole, les résultats purement théoriques donnés par l'analyse sont absolument insuffisants, et, pour l'établissement des cartes agronomiques, les essais culturaux sont absolument nécessaires.

M. David LEVAT

Ingénieur civil des Mines, ancien Élève à l'École Polytechnique (Paris).

TRAITEMENT MÉCANIQUE DES ÉCORCES POUR L'EXTRACTION DU CAOUTCHOUC.

— 4 août —

Au cours d'une mission géologique et minière qui m'a été confiée au Congo français, par le Ministre des Colonies, en 1906, j'ai été appelé à m'occuper de questions relatives au caoutchouc, à un double point de vue.

J'ai établi la relation qui existe entre la nature géologique et physique de certains terrains et la présence d'une liane caoutchoutifère spéciale, la *Landolphia Thollonii, vulgo, caoutchouc d'herbe,* qui pousse en abondance

dans les grès batékés. Ces grès couvrent de vastes surfaces au nord de Brazzaville, sur les deux rives du Congo, au droit de la partie resserrée du cours de ce grand fleuve, qui porte le nom caractéristique du *Couloir*. On les suit sur le territoire du Congo belge dans le Kouango, et même sur une partie importante de l'hinterland portugais, au-delà des fameux gites cuprifères de Bembé.

Je n'insisterai pas, dans la présente note, sur le côté géologique de cette question, que j'ai traité, d'une façon plus particulière, dans le Mémoire que j'ai publié dans les *Annales des Mines*, à mon retour de mission. Les personnes qui s'intéressent aux relations existant entre les formations géologiques et les végétaux caractéristiques de ces niveaux pourront y trouver un exemple saisissant et susceptible d'applications pratiques de ce phénomène.

J'exposerai, plus particulièrement dans la présente communication, sur les travaux que mon ami et compagnon de voyage, M. Léon Guiguet, de Lyon, et moi avons consacré pendant notre voyage, à pied, de Loango à Brazzaville, à travers la région des grès batékés, à l'étude des appareils pratiques et portatifs pour extraire, au moyen d'appareils mécaniques, le caoutchouc des rhizomes et en général, des écorces caoutchoutifères qui abondent dans la Colonie.

Le problème est d'une importance capitale et il est, depuis longtemps, l'objet de recherches et de brevets nombreux. Je ne dirai pas que nous avons trouvé une solution parfaite, vu qu'on peut toujours espérer dans le progrès, mais les résultats que nous avons obtenus avec les appareils dont le principe a été découvert par M. Guiguet, sont tellement supérieurs, comme simplicité et comme efficacité, à tout ce qui s'était fait jusqu'ici, dans cet ordre d'idées, que j'ai cru intéressant, pour la Section d'agronomie coloniale de notre Congrès, de lui en réserver la primeur.

Voici les caractéristiques de ces machines :

Il faut avoir, avant tout, un matériel essentiellement portatif. Nous étions d'autant plus persuadés de la nécessité absolue de cette condition, que nous avions sous les yeux les insuccès dus à ce que les machines construites dans le même but que la nôtre, transportées à grands frais au Congo, restaient inoccupées à cause de l'impossibilité où l'on se trouvait de pouvoir les transporter à proximité des écorces à traiter, à cause du poids des organes. Il fallait trouver autre chose que les laminoirs ou les lourdes meules, ou même les moulins à boulets, employées avec ou sans eau, pour le traitement des écorces dans la Colonie.

Il s'agit, en effet, de traiter une matière première extrêmement pauvre. Une liane, non décortiquée, à l'état vert, bois compris par conséquent, ne contient pas plus de 3 à 4 0/0 de caoutchouc. Une fois décortiquée, le

taux s'élève à peu près au double, l'élimination du bois réduisant le poids à traiter de moitié environ. 7 0/0 est déjà une moyenne qui peut être considérée comme très satisfaisante.

Il faut donc se débarrasser au plus vite, sur les lieux de récolte ou dans leur proximité immédiate, des 93 0/0 de matières inertes qui englobent le caoutchouc, de façon à n'avoir, en définitive, à transporter sur de longs parcours que du caoutchouc épuré, séché, de conservation assurée, prêt, en un mot, à être présenté sur les marchés d'Europe.

On a voulu, jusqu'ici, appliquer au traitement des écorces, matière pauvre, je viens de le prouver, chiffres en main, les mêmes appareils utilisés en Europe, pour la rectification du caoutchouc brut. On sait que ce sont surtout des laminoirs puissants, des déchiqueteurs, des meules massives, qui sont utilisés dans ce but. Tous ces appareils, qui font un bon travail quand ils opèrent sur des gommes brutes, ne donnent plus que des rendements insignifiants quand on leur donne à triturer 93 0/0 de matières inertes.

Il fallait trouver du nouveau, sortir des chemins battus et concevoir un appareil léger, portatif, robuste et efficace.

C'est la TOUPIE imaginée et amenée à son degré actuel de perfection par mon ami et compagnon de voyage au Congo, M. Léon Guiguet, qui a résolu le problème.

Je lui ai apporté le concours de mon expérience professionnelle et coloniale, mais l'idée de l'agglomérateur-déchiqueteur lui appartient en propre : je suis heureux de lui en rendre ici témoignage.

Description des machines. — Il y a deux appareils, portatifs tous deux, faisant chacun un travail différent :

1° Une décortiqueuse mue à bras, essentiellement portative, portée sur un cadre en bois, susceptible de décortiquer, d'une façon complète, des lianes de dimensions très variables, de 1 à 6 centimètres de diamètre. Puissance de production : 200 kilogrammes de liane brute par heure. On élimine ainsi 50 0/0 du poids initial de la matière, en séparant la totalité du bois intérieur, ne contenant pas de caoutchouc. Par celà même, le produit obtenu, sortes de lanières d'écorces à demi broyées, est deux fois plus riche en gomme que la matière initiale. Il peut être emballé grossièrement et porté, dans cet état, à la seconde machine, qui en extrait le caoutchouc sous forme de gomme épurée;

2° La machine à caoutchouc ou toupie d'agglomération, du nom de son principal organe, est portée sur un châssis métallique démontable, reposant lui-même sur deux fortes billes de bois grossièrement équarries, empruntées à la forêt voisine.

Il n'y a pas d'autre fondation à prévoir.

Sur ce châssis est montée la machine motrice, recevant sa vapeur de la chaudière qui est décrite ci-dessous, ainsi que toutes les transmissions assurant l'alimentation en eau de la chaudière et des divers appareils; le broyage des écorces, l'agglomération du caoutchouc, son lavage sur tamis tournant ou trommel et enfin sa rectification définitive, donnant le produit sous la forme de longs fila-

ments élastiques, de 12 à 15 millimètres de diamètre, enchevêtrés comme des macaronis, très faciles à sécher et pratiquement exempts de bois et d'impuretés.

L'appareil est *continu dans toutes ses parties*, de sorte que, sous un faible poids (environ 1.600 kilogrammes) et un encombrement restreint ($2^m \times 1^m,40 \times 1^m,60$), il peut traiter avec seulement deux toupies d'agglomération, 200 kilogrammes d'écorces par heure. On peut, d'ailleurs, monter sur le même châssis quatre ou six toupies ; c'est uniquemeut une question de force.

Voici quelques explications sur les différents organes de la machine :

A. — *Broyeur à plateaux*. — Ce broyeur circulaire, analogue aux broyeurs Carr, se trouve placé au-dessus des « toupies ». Il est alimenté à la main. Son but unique est de réduire les matières en bouillie, mais sans les agglomérer. La toupie, en effet, *n'est pas un organe de broyage*.

B. — *Toupies d'agglomération et de lavage*. — Ces toupies, au nombre de deux, sont à axe horizontal. Elles sont munies de rainures, non coupantes, dont la section et le pas ont été déterminés par la pratique. Ces deux facteurs primordiaux varient pour être efficaces, entre des limites très étroites.

En même temps que la bouillie, on y admet de l'eau et de la vapeur. Le tout, une fois réglé par des robinets, fonctionne automatiquement. Il sort, à l'extrémité du caoutchouc, qui est aggloméré en filaments et du bois pulvérisé libre. On peut dès lors, sans danger de perte, faire passer le tout dans le :

C. — *Trommel* ou *tamis conique*, à mailles de 2 millimètres abondamment arrosé sur ses deux faces, qui élimine tout le bois pulvérisé et retient le caoutchouc contenant encore un peu d'écorce à enlever par la rectification.

D. — *Toupie de raffinage*. — Identique aux deux premières, mais placée sur le côté opposé du châssis. Elle reçoit le caoutchouc sortant du trommel et le rafline en le débarassant des dernières traces de bois. Les filaments, plus ou moins enroulés et enchevêtrés, qui sortent, en gigotant, de la toupie, vont au séchoir et de là à l'emballage.

Rectification des caoutchoucs indigènes. — La machine se prête, d'une façon particulièrement heureuse et rapide, à la rectification des caoutchoucs impurs. Il n'y a plus besoin, alors, ni du trommel de lavage, ni de la toupie de raffinage. Un seul passage dans les toupies d'agglomération et de lavage suffit. On n'a même pas besoin de passer les « thimbles » dans le broyeur à plateaux. Il suffit de les couper en morceaux de la grosseur d'un œuf, de les mettre à ramollir dans l'eau chaude et de les passer directement aux toupies.

La rectification est pour ainsi dire instantanée.

Chaudière à vapeur. — Cette partie de l'installation est plus spécialement l'œuvre des constructeurs des appareils, MM. Robatel, Buffaud et Cie, 59, Chemin de Baraban, à Lyon, bien connus de tous les coloniaux par leurs constructions spéciales. Ils ont réalisé, dans cette occurrence, une petite merveille de légèreté et de simplicité.

Qu'on s'imagine une chaudière à corps cylindrique horizontal, formée d'une série d'éléments Field ayant chacun $1^{m2},70$ de surface de chauffe. L'anneau de fer formant cet élément est la pièce la plus lourde ; il pèse 50 kilogrammes.

Tous ces éléments, les couvercles d'abouts et les tubes Field, s'emboîtent par *joints coniques rodés*, de sorte que l'étanchéité s'obtient *sans aucune garniture*. Les boulons d'assemblage sont entièrement baignés par la vapeur ou par l'eau.

La chaudière complète ne pèse, en tout, que 1.000 kilogrammes, y compris sa garniture isolante en kieselghur. Sa surface de chauffe est de $6^{m2},80$.

Aux essais, en brûlant du bois, elle a vaporisé, sans tirage forcé, 50 kilogrammes d'eau par mètre carré et par heure, soit 340 kilogrammes de vapeur par heure, à la pression de 18 kilogrammes (timbre à 20 kilogrammes). Elle est donc très large pour alimenter une machine de 20 à 25 chevaux-vapeur effectifs.

La consommation de bois est de 1 kilogramme pour $2^{kg}50$ de vapeur produite. Le bois employé était du sapin.

Elle se démonte entièrement en morceaux de 50, 30 et 15 kilogrammes.

Depuis l'époque où nous avons mis, pour la première fois, cet ensemble en marche, le 12 mai dernier, à Lyon, nous avons traité avec un succès qui ne s'est pas démenti, les matières les plus diverses, depuis les lianes et rhizomes du Congo, en vue desquels cet appareil a été construit, jusqu'aux écorces et matières caoutchoucifères les plus variées, de toutes provenances. C'est ainsi que je soumets à la Section des échantillons du caoutchouc extrait du guayule du Mexique; des gommes provenant du raffinage de thimbles de qualité médiocre du Congo et de la Guinée, transformées par le traitement à la toupie. Nous avons toute raison de croire que les guttas seront obtenues de la même façon.

Nous tiendrons, M. Guiguet et moi, la Section au courant des résultats obtenus dans ce dernier ordre d'idées.

Discussion. — M. Heim résume les points sur lesquels pourrait porter la discussion :

1° Y a-t-il du caoutchouc dans la partie aérienne des Apocynacées productrices du caoutchouc des herbes (dans les espèces qu'il a personnellement étudiées les parties aériennes étaient extraordinairement pourvues en caoutchouc) ?

2° Quelles sont exactement les espèces botaniques sur lesquelles ont porté les expériences de M. Levat ?

3° Ne pourrait-on pas utiliser les appareils de M. Levat pour l'extraction de la gutta, en traitant les écorces ou les feuilles des arbres à gutta ?

M. de WILDEMAN

Conservateur au Jardin botanique de l'État (Bruxelles)

ET

M. HEIM

PRÉSENTATION DE PLANCHES RELATIVES A UN TRAVAIL SUR LES PLANTES CAOUTCHOUCIFÈRES

— 4 août —

Présentation d'une série de planches se rapportant à une étude que les auteurs ont entreprise en collaboration : à savoir une étude monographique de diverses plantes caoutchoucifères de l'Afrique tropicale. Cette étude est

destinée à servir de travail-type préparatoire à l'enquête d'ensemble, ouverte par l'Association scientifique internationale d'Agronomie coloniale, sur les diverses plantes à caoutchouc du monde entier. Les planches organographiques, anatomo-histologiques et les graphiques relatifs aux constantes mécaniques des caoutchoucs étudiés, doivent servir de base de discussion, pour l'établissement du programme uniforme d'études que la susdite Association va adopter dans sa prochaine réunion.

Discussion. — Sur le premier point, M. DE WILDEMAN assure qu'il n'a jamais trouvé de caoutchouc dans les parties aériennes de *Fontensia elastica*, mais peut-être le latex était-il mal coagulé et pourrait-on arriver, en trempant le bois dans l'eau chaude, à en extraire du caoutchouc.

M. CHEVALIER croit qu'il n'y a pas de caoutchouc dans cette écorce, qui est fine, avec fort peu de latex très aqueux. D'ailleurs, exposée au feu nu, cette écorce ne donne pas de fibres élastiques caractéristiques lorsqu'on la brise ensuite.

M. LEVAT rappelle que le *gayoul?* ne donne pas non plus de ces fibres, et cependant il fournit du caoutchouc.

M. CHEVALIER demande à M. Levat d'exiger de ses correspondants le nom exact des plantes à caoutchouc qui lui sont transmises pour essais.

M. HEIM montre quel intérêt pourraient présenter les appareils Levat pour l'extraction de la gutta. Mais il faudrait faire des essais afin de se rendre compte si ce procédé mécanique est applicable aux feuilles à gutta.

M. LEVAT s'en chargera très volontiers.

M. Auguste CHEVALIER

Docteur ès Sciences, Sous-Directeur à l'École des Hautes Études, Chef de Mission en Afrique Occidentale

---

L'AVENIR DU *FUNTUMIA ELASTICA* STAPF

— 4 août —

La crise du caoutchouc, qui vient d'avoir une répercussion si fâcheuse sur le commerce de nos colonies de l'Afrique tropicale, a de nouveau attiré l'attention sur les espèces productrices de la précieuse gomme. Il semble démontré aujourd'hui que la culture des lianes et des *Landolphia* à rhizome ne saurait désormais être considérée comme rémunératrice, sauf peut-être de très rares exceptions (par exemple, le *Landolphia Dawei* Stapf liane qui à l'âge de dix ans peut produire autant qu'un *Hevea*).

Il faut se contenter d'exploiter les peuplements naturels de ces plantes dans les conditions les plus économiques et en les endommageant le moins possible de manière que leur saignée ou l'exploitation des écorces puissent être poursuivies le plus longtemps qu'on pourra. Peut-être pourrait-on, tout au plus, songer à un aménagement de certains peuplements naturels de lianes.

Les arbres à caoutchouc sont donc les seules essences dont on puisse actuellement envisager la culture et une seule espèce, l'*Hevea brasiliensis* produisant le caoutchouc de Para a de plus en plus la vogue, à l'exclusion de toutes les autres essences. La principale raison est que l'*Hevea* de culture a aujourd'hui fait ses preuves à Ceylan et dans les Stets-Settlements.

Une espèce encore plus connue, le *Funtumia elastica* Stapf, le seul arbre d'Afrique produisant un bon caoutchouc mérite de fixer l'attention.

Nous avons séjourné pendant près d'une année (1906-1907), dans les forêts de la Côte d'Ivoire, où cette espèce abonde, et nous l'avons étudiée, dès 1902, dans le Haut-Oubangui. En 1905, nous avons examiné des cultures à la Gold-Coast, à Lagos, à la S. Nigeria, au Cameroun, à San-Thomé.

Le *Funtumia* réussit très bien en culture, mais il se propage surtout très rapidement dans les terrains forestiers déboisés, par exemple sur l'emplacement des anciennes cultures, les graines munies d'aigrettes étant très facilement transportées par le vent.

La seule cause qui empêche ces arbres de pulluler autour des villages est l'abondance des jeunes *Mussanga*, *Eriodendron*, *Myrianthus* qui croissent plus rapidement et finissent par étouffer la plupart des jeunes *Funtumia*. En supprimant ces essences et en répandant les graines de *Funtumia* là où il n'en existe pas, on arriverait à faire dans la forêt des boisements constitués en grande partie par cet arbre à caoutchouc.

Dès la dixième année, le *Funtumia* peut produire environ 500 grammes de caoutchouc de grande valeur. En coagulant le latex par la chaleur on obtient 34 à 36 0/0 de produit sec dont la qualité est tout à fait comparable à celle de la gomme d'Hevea le plus apprécié de tous les caoutchoucs.

Ce caoutchouc de *Funtumia*, comme l'a reconnu M. Gerber, directeur du laboratoire d'essais de la maison Michelin, accroit ses qualités en vieillissant : employé dix-huit mois après sa préparation, il a acquis une plus grande valeur.

Malheureusement, les *Funtumia* cicatrisent difficilement les blessures causées par les incisions. Peu d'arbres résistent à la deuxième saignée faite par les indigènes. Mais, il sera peut-être possible soit de retirer une quantité de caoutchouc suffisamment rémunératrice en abattant les arbres vers la dixième ou la quinzième année, soit de les inciser, sans compromettre leur vie, en faisant des blessures moins profondes par des procédés que nous indiquerons dans un mémoire plus étendu. En tout cas, les facilités que présente cet arbre pour faire des peuplements forestiers notamment en association avec le Colatier *(Cola vera)* et avec le Palmier à huile *(Elæis guineensis)*, méritent de fixer l'attention des agriculteurs coloniaux.

M. Adrien LOIR

Professeur à l'Université Laval (Montréal).

LA DOURINE AU CANADA

— 5 août —

Au mois d'août 1906, le Gouvernement canadien a bien voulu me charger d'aller dans le sud de l'Alberta étudier la dourine.

C'est dans cette région qu'est apparue il y a trois ans, sur les chevaux, une maladie nouvelle au Canada, la dourine, importée des États-Unis. Le but de ma mission est donc l'étude de cette maladie microbienne.

Étant données les conditions de l'élevage, qui n'est absolument pas surveillé, elle s'est répandue rapidement et ne cessera que lorsqu'on prendra contre elle les mesures qui l'ont fait disparaître de notre pays. Une surveillance sévère est de rigueur pour les chevaux aptes à la procréation, ceux-ci étant les seuls capables de transmettre cette affection que l'on peut qualifier du nom d'avarie équine.

Les chevaux, les juments n'ayant pas l'âge de procréer et les chevaux hongres demeurent indemnes, puisque la maladie ne se propage que par les rapports sexuels. Elle est surtout connue des Américains sous le nom de *maladie du coït*, pris dans notre langue, sans changement même, par les individus de langue anglaise.

La dourine est due à un être microscopique, un trypanosome de la même famille que le trypanosome si connu depuis quelques années comme étant la cause de la maladie du sommeil dans l'Afrique centrale. La *maladie du coït*, d'après une légende américaine, aurait été introduite aux États-Unis par l'étalon Moore importé en 1883, après avoir été réformé par le service de la remonte en France, comme atteint de la dourine. Dans le *Report on maladie du coït, équine syphilis, By Dr W. L. Williams, state veterinarian, Illinois*, on trouve les lignes suivantes :

La maladie aurait été importée directement de France par le cheval *Moore*, étalon percheron venu à Monticello (Illinois), à l'âge de trois ans. Il fut vendu par Benson et Knapp au printemps 1883.

Puis le rapport continue en formulant une imputation qu'il doit être possible de réfuter.

Du côté droit, sur la crête du cou, on voit une marque très nette, ce sont les lettres D. N. Je suis informé, d'une façon certaine, par le professeur Law et le docteur P. Paquin, que ceci indique que cet étalon a été condamné par les autorités vétérinaires françaises comme atteint de maladie du coït.

Il doit être possible d'établir que les lettres D. N. n'indiquent pas que le cheval ait été condamné par les vétérinaires de France.

C'est là une impossibilité qu'il serait utile de réfuter officiellement au point de vue de notre élevage et de la réputation de nos chevaux. Nous n'avons pour ainsi dire pas de dourine en France, je le répète. Lorsque nos services vétérinaires en découvrent un cas sur la frontière espagnole (car c'est d'Espagne que les bourriquots peuvent nous l'amener), le cheval est abattu après avoir été conduit dans une école vétérinaire, pour servir à l'étude des élèves, tellement les cas sont rares. Ce cas de dourine qui nous est reproché autorise les Américains et les Canadiens à entraver l'entrée des produits de notre élevage dans ces pays par des quarantaines injustifiées. Tandis que les chevaux venant de Belgique n'ont pas les mêmes entraves, on exige que nos chevaux, même ceux qui partent du Havre où la dourine n'a jamais existé, soient accompagnés d'un certificat constatant que la dourine et la morve n'existent pas dans le port d'embarquement. J'ai eu, en 1906, à la demande du consul de France à Montréal, à m'occuper d'un cas semblable. Trois étalons ne pouvaient pas entrer au Canada, car sur le certificat on ne parlait pas de dourine. Le vétérinaire du port de départ ne pouvait pas se figurer que le mot dourine était absolument nécessaire à mettre dans son certificat.

La dourine, comme nous l'avons dit plus haut, est une maladie vénérienne ; c'est la syphilis du cheval et le seul moyen de la faire disparaître d'un pays est de veiller minutieusement aux conditions de reproduction des chevaux. Comme cette maladie est grave, qu'elle entrave l'élevage des chevaux et amène la ruine des éleveurs, il est nécessaire de prendre les mesures voulues pour isoler les reproducteurs dès l'apparition des premiers symptômes.

La lutte est difficile à mener à bien au Canada, à cause des particularités de l'élevage dans ces grandes régions de l'ouest canadien.

Dans la grande prairie, dans l'Alberta, en particulier, un peu avant les froids, le vent souffle avec vigueur, il dessèche l'herbe. Vers le 15 septembre, en dix jours, tout est sec. Mais cette herbe a conservé ses qualités nutritives, elle peut être comparée à du foin pressé. La neige arrive, recouvre cette herbe sous laquelle pendant tout l'hiver les animaux peuvent la trouver. Dans ces régions immenses, les bœufs et les moutons trouvent pendant tout l'hiver de quoi manger, mais en très petite quantité, ils utilisent l'herbe qui dépasse, ou les petits arbustes. Les chevaux eux, écartent un peu, avec leur pied, la neige qui n'est jamais sous une grande épaisseur. Les buffalos faisaient ainsi, avant leur disparition. Ils habitaient depuis longtemps ces régions, mais les autres bovidés ne savent pas écarter la neige avec leur pied, aussi cette région est surtout propice pour l'élevage du cheval. Si même les bovidés peuvent vivre à l'état de liberté, c'est que de temps en temps un vent chaud vient du Pacifique. Les Peaux-rouges le désignent sous le nom de chinook. Il fait

fondre la neige et facilite la tâche des animaux. En soufflant, il dessèche le sol et empêche les dégâts que pourraient faire les gelées suivantes. Lorsqu'il tarde trop, on voit les bovidés tromper leur faim en avalant les déjections des chevaux.

Ces derniers vivent dans cette prairie à l'état de liberté le plus complet. Deux ou trois fois durant l'année, on les amène dans le corral pour les inspecter. Les troupeaux sont composés de plusieurs centaines de bêtes et, jusqu'à présent, on laissait un certain nombre d'étalons libres au milieu des juments. L'étalon le plus robuste choisit les juments qu'il préfère. Ces femelles restent en troupe autour de lui, sans jamais entrer dans un autre groupe. Chaque étalon a environ vingt-cinq à trente juments, c'est le nombre qu'il peut servir.

Chaque étalon choisit ainsi, en commençant par la plus robuste, les femelles qu'il préfère, les suivants prennent ce qui reste ; les jeunes juments sont choisies les premières, et comme les jeunes étalons sont les plus faibles, ils doivent se contenter des juments les plus âgées.

Jamais une jument ne va d'une troupe dans l'autre, mais il existe des juments que personne ne semble vouloir. Elles restent toujours isolées à quatre à cinq cents mètres des différents groupes. Cependant, au moment des époques, elles viennent près des troupeaux. Souvent un étalon se laisse convaincre, puis la jument s'éloigne, sans entrer dans la troupe du mâle qui vient de la servir et elle ira auprès d'un autre étalon. On comprend combien ces isolées peuvent être dangereuses si elles sont contaminées.

Il existe aussi des étalons solitaires qui contribuent à répandre la maladie.

C'est pour remédier à cet état des choses que le règlement suivant vient d'être édicté :

Il sera défendu de laisser courir en liberté, dans la prairie ou sur des terrains non clôturés, dans la Province d'Alberta ou dans la partie de la Province de Saskatechewan située à l'ouest du troisième méridien principal, aucun cheval entier ou à demi châtré âgé de plus d'un an.

Tout cheval entier ou à demi châtré de plus d'un an qui sera trouvé en liberté dans le territoire ci-dessus délimité, pourra être saisi et détenu sur l'ordre de tout inspecteur vétérinaire du ministre de l'Agriculture dûment autorisé, lequel devra immédiatement, dans le plus court délai possible, informer le propriétaire dudit animal du fait de la saisie, et si, dans un délai de trente jours, à dater de la saisie, ledit cheval n'est pas réclamé, il pourra être châtré et le propriétaire n'aura droit à aucune indemnité pour les dommages qui pourraient résulter de ladite castration, de la saisie ou de la détention de l'animal.

Les animaux atteints de la maladie du coït pourront être immédiatement abattus, sur l'ordre signé par un inspecteur vétérinaire dûment autorisé et agissant en vertu des instructions spéciales du directeur général du Service vétérinaire, et on disposera de la carcasse ainsi qu'il en aura été décidé dans l'ordre, et il pourra être alloué aux propriétaires desdits animaux une indemnité dans les cas où la loi le prévoit.

Le jour où les étalons seront séparés, soumis au contrôle et maintenus dans des écuries où les juments seront amenées périodiquement à l'étalon, on pourra facilement diminuer les risques de contagion. J'ai vu les choses se passer ainsi dans la République Argentine.

La question de l'élevage du cheval est capitale pour l'Alberta ; en effet, c'est l'animal qui convient le mieux à cette région. En appliquant ces mesures, on pourra lutter avec efficacité contre une maladie qui se transmet seulement par le coït.

Cette maladie, nous en avions des cas à la station de la quarantaine de Lethbridge, où l'on amène les chevaux malades ; mais c'est surtout pendant un voyage aux environs de Gleichen, sur les bords de la rivière Elbow, que j'ai eu l'occasion de voir la maladie dans un range où elle sévissait sur un grand nombre de chevaux. Ce voyage, fécond en incidents, m'a fourni l'occasion de plusieurs excursions en pleine prairie où, pendant l'espace de plusieurs semaines, nous avons, mon compagnon et moi, vécu à la façon des pionniers du Far West américain.

La première ville où nous nous sommes arrêtés au sud de l'Alberta est Lethbridge, petite cité de trois ou quatre mille habitants, centre d'une région d'élevage. Il y a là des cas de dourine et j'y suis resté pendant trois semaines pour étudier la maladie.

A peu de distance de la ville existe une quarantaine avec un petit laboratoire où on nous amenait des sujets d'étude. De nombreux vétérinaires de la région étaient venus nous recevoir et nous faire visiter les ranges (1) infectés.

Quelques jours après mon arrivée, je fis un court voyage pour aller, avec le vétérinaire en chef de la police à la frontière des États-Unis, voir un cheval malade. Nous partîmes avec un inspecteur du bureau de l'industrie animale de Washington que le Gouvernement des États-Unis avait envoyé au-devant de nous.

Au bout de trois semaines, nous quittons définitivement Lethbridge et ses environs, pour continuer nos études un peu plus au nord, autour de Calgary.

Nous avons passé une nuit à Gleichen, à soixante kilomètres de Calgary, dans un petit hôtel de cette ville, cité bien jeune encore, puisque, à l'heure actuelle, elle ne possède qu'une dizaine de maisons. Mais on y vient en nombre pour voir les terres que la Compagnie du Canadian Pacific Railway vient de mettre en vente, après avoir construit un immense canal permettant l'irrigation de ces terrains. Nous sommes partis de Gleichen pour aller, à trente-cinq kilomètres, voir des chevaux malades et récemment atteints de dourine.

(1) Propriétés où l'on élève les chevaux en liberté. C'est probablement une corruption du mot hispano-américain *rancho* qui a la même signification.

Le soir, nous arrivons dans le range où nous allons avoir à examiner six cents chevaux.

Le lendemain matin, nous sortons de bonne heure pour aller donner des ordres, afin de nous faire amener les juments sauvages que nous devons inspecter. Plusieurs, nous dit-on, ont la dourine. Les cowboys (1) partent à cheval ; nous, nous rentrons pour déjeuner. Les animaux sont dans la prairie à quelques kilomètres. Nous ne sommes plus dans la prairie plate des environs de Winnipeg. Il y a, tout autour du range où nous sommes, une ceinture de collines. Après le déjeuner, nous restons à attendre le retour des cowboys. Du côté du levant, sur la colline, nous voyons bientôt apparaître un nuage de poussière. Ce nuage se rapproche, il descend dans la plaine, un bruit sourd de sabots parvient à nos oreilles et enfin, nous apercevons au milieu une masse noire. Cette masse se précise. Voilà une troupe de deux cents chevaux environ qui arrivent au petit trot. Armés de branches d'arbres, nous nous mettons en rang. Nous sommes cinq, à pied, à les attendre ; ceux qui conduisent les animaux sont tous à cheval. Les bêtes tournent en arrivant près de nous, elles entrent dans le corral (2) où elles sont prisonnières. Un peu étonnés après cette course assez longue, les chevaux sont inquiets et regardent sans plus bouger. Nous entrons dans le corral, dont la porte a été fermée après le passage des chevaux. Les animaux que nous avons devant nous sont des *bruncos*, c'est-à-dire des étalons jeunes de un an, des chevaux hongres plus âgés, enfin des juments adultes. Ces dernières seulement seront examinées. Seules elles peuvent être atteintes de dourine. Les bruncos et les chevaux hongres, n'ayant ni l'âge, ni la possibilité de procréer, restent forcément indemnes.

Les travaux qui se font un peu partout dans l'Alberta, pour la construction des chemins de fer, emploient un nombre considérable de chevaux ; aussi la valeur de ces animaux est assez grande. On me raconte qu'il y aurait en ce moment un fonctionnaire du service des remontes de France parcourant le pays pour acheter des chevaux. Je crois la chose peu vraisemblable. Cependant, il est certain que, après la guerre du Transvaal, il a été question d'acheter des chevaux pour la remonte de l'armée anglaise, tellement on avait été satisfait des chevaux canadiens pendant la guerre.

Il s'agit maintenant de s'approcher des juments afin de pouvoir les examiner. Dans un coin du corral se trouve l'ouverture d'un boyau large d'un mètre environ et long de trente ; il est formé de solides poteaux reliés les uns aux autres par des planches. Les chevaux devront entrer dans ce passage, où ils seront serrés les uns derrière les autres. Au moment où ils seront tous engouffrés dans le couloir, on placera en travers une forte

(1) Bergers, gardiens de troupeaux montés sur des chevaux.

(2) Paddock, enclos formant en général un cycle où on enferme les chevaux.

planche maintenue par deux des poteaux de façon que les animaux soient retenus prisonniers. Mais il n'est pas facile d'arriver au résultat voulu et nous devons aider à faire la manœuvre nécessaire pour mettre les chevaux en état d'être examinés.

Nous continuons donc à remuer les branches d'arbres que nous tenons toujours à la main et le troupeau sauvage s'élance au galop.

Les chevaux tournent en rond en soulevant des nuages de poussière et en faisant un bruit épouvantable. Leurs sabots résonnent sur le sol sec. Après trois ou quatre courses en rond, nous essayons d'obliger la troupe à s'engager dans le couloir. Mais, par un brusque écart, les chevaux nous évitent et pas un n'entre dans la voie où nous voulons les pousser. Ils galopent tous de plus en plus vite, et leur excitation parvient à son comble. Après un peu de repos, mais en les obligeant à faire sans arrêt leur marche tournante, nous nous mettons brusquement devant eux et leur cercle est rompu. Peut-être cette manœuvre suffira-t-elle pour les faire passer dans le couloir. Mais presque tous passent devant l'ouverture sans y entrer. Enfin, en voici un qui s'y engage. Nous voyons aussitôt vingt-cinq ou trente autres chevaux se précipiter à sa suite comme les moutons de Panurge.

Vite, nous allons placer la traverse de bois contre la croupe de l'un d'eux et, lorsque, après la poussée première, ils se reculent pour sortir de l'impasse, ils ne peuvent plus bouger. Les voilà enfin prisonniers. L'un d'eux monte avec ses deux jambes de devant sur le dos de son camarade : sa tête passe au-dessus des planches, je demande s'il ne va pas sauter par-dessus la barrière et nous tomber sur la tête. Mais, on me rassure, il ne peut pas sauter, n'ayant pas d'élan. Il se remue tellement qu'il se renverse. Bientôt il est sur le dos, les quatre membres en l'air. Les autres se reculent effrayés. Le dernier sent contre sa croupe la planche qui retient dans le couloir les prisonniers. Il rue, puis se cabre ; enfin, il fait si bien que sa colonne vertébrale passe sous la planche qui le maintient. Il se relève, donne un effort, retombe aussitôt, sans faire aucun mouvement. Nous voyons qu'il vient de se blesser gravement. On enlève la planche cause de l'accident ; les autres chevaux, cessant d'être maintenus par la planche, rentrent à reculons dans le corral en passant sur le blessé.

Une fois le calme un peu rétabli, on tire celui-ci en dehors du couloir et nous nous apercevons qu'il est paralysé de tout le train postérieur. Il a une fracture de la colonne vertébrale. On le met assis sur sa croupe, les jambes postérieures sont inertes, il remue un peu en s'arc-boutant avec ses jambes antérieures. Il perd du sang en abondance et au bout de deux heures il est mort. La perte de ce cheval n'est pas imputable au Gouvernement, nous ne payerons pas la valeur de cet animal au propriétaire. Il incombe à celui-ci de nous mettre à même d'examiner les chevaux sans accident.

Nous ne remboursons que le prix des bêtes malades de dourine et, en même temps nous les condamnons à mort.

Il faut recommencer la manœuvre ; nous le faisons cette fois sans suite fâcheuse, et, à travers les barrières à claire-voie il est facile de reconnaître le sexe des chevaux, de choisir les juments et de les examiner à loisir tout en étant à l'abri de leurs ruades.

Parmi celles-ci, nous en avons trouvé des malades et vingt-sept douteuses sur six cents examinées. Les vingt-sept douteuses seront surveillées quelques semaines. On les met en quarantaine et on les marque au fer rouge de la lettre *E* (Édouard VII), ce qui veut dire qu'elles appartiennent au Gouvernement et sont sous la surveillance à partir de ce jour. Dix, plus malades, sont estimées et nous versons au propriétaire, à titre de compensation, les deux tiers du prix de leur estimation. Ceci fait, le vétérinaire du gouvernement les tue, en leur tirant une balle de revolver entre les deux yeux. Elles tombent foudroyées l'une après l'autre. Les dix cadavres, ligottés avec des cordes, sont alors traînés à même le sol à sept à huit cents mètres de la ferme par un attelage de deux chevaux. Nous faisons l'autopsie des bêtes tuées. La nuit arrive, nous rentrons en laissant les cadavres à côté les uns des autres, Nous ne nous sommes pas éloignés de cinq cents mètres que nous voyons les loups s'approcher ; ils commencent à aboyer. Le lendemain matin, la presque totalité des cadavres des chevaux avait disparu.

Examiner six cents juments en trois jours ! Et tout cela pour permettre à messieurs les étalons de procréer ! !

Voilà un nouveau point de la province de l'Alberta qui n'était pas contaminé il y a un an et qui se contamine peu à peu. Il y a six mois que les premiers cas ont été observés pour la première fois dans cette région.

Discussion. — M. Lecoq demande si la quarantaine est infligée à la douane américaine.

M. Loir répond négativement. Néanmoins il insiste sur la nécessité des mesures à prendre pour faire rapporter les entraves de l'importation des chevaux français au Canada.

M. Heim fait observer qu'il conviendrait peut-être de s'adresser aux grandes Sociétés agricoles et notamment à la Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture, dont on connaît le dévouement aux intérêts agricoles et aux intérêts hippiques de notre pays.

M. Lecoq insiste pour qu'un vœu soit émis par la Section et transmis aux services compétents et à la Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture. Il en est ainsi décidé.

M. R. CHAVASTELON

Professeur à la Faculté des Sciences (Clermont-Ferrand).

NOTE SUR L'INDUSTRIE LAITIÈRE DANS LE PUY-DE-DOME

(Rapport présenté à la Section.)

— 4 août —

La statistique de 1907 indique, pour le département du Puy-de-Dôme, un effectif de 287.189 bovidés comprenant :

6.041 taureaux,
10.702 bœufs,
200.618 vaches,
39.456 élèves d'un an et au-dessus.
30.372 élèves de moins d'un an.

Les vaches de races salers, ferrandaise, limousine, charollaise et d'autres provenant de croisements variés, utilisées à la fois pour la production de travail et de lait, fournissent, en moyenne, de 5 à 6 litres de lait par jour, soit pour une période de lactation de trois cents jours de 1.500 à 1.800 litres. Ces quantités peuvent cependant atteindre 2.000 et même 2.400 litres pour des animaux sélectionnés et bien entretenus.

200.618 vaches produisent donc, annuellement, de 300 à 400 millions de litres de lait.

Ce lait, riche en caséine et relativement pauvre en beurre, semble particulièrement convenir à la fabrication du fromage. On en retire cependant une quantité notable de beurre, 2 millions de kilogrammes environ qui, au prix de 2 francs seulement le kilogramme, représenteraient 4 millions de francs.

Ce beurre, qui pourrait être parfait, est généralement médiocre, souvent mauvais.

Bien fabriqué, il rivaliserait avantageusement avec l'excellent beurre des Charentes et, son prix atteignant 3 francs le kilogramme, sa valeur passerait de 4 à 6 millions de francs.

C'est donc par suite d'une fabrication défectueuse que les producteurs du Puy-de-Dôme perdent, annuellement 2 millions de francs.

Cet état de choses tient à plusieurs causes.

Et d'abord, comme conséquence du morcellement de la propriété, il n'existe pas, en général, de troupeaux importants de vaches.

La quantité de lait produite par chaque particulier est faible et chaque maison fait son beurre.

Sauf de rares exceptions, on pratique l'écrémage spontané et on traite, une fois par semaine environ, des crèmes d'âges différents et de matura-

tion inégale. Bien souvent barattage et délaitage sont effectués à la main sans trop de soucis des soins de propreté. Le beurre est blanc, plus ou moins suiffeux ou rance et dégage une odeur butyreuse marquée. Bref c'est un produit grossier d'aspect peu agréable, mélangé d'une assez forte proportion de caséine. Lorsque au contraire la crème est obtenue par les procédés centrifuges, qu'elle est traitée dans des appareils convenables, selon les règles ordinaires, le beurre est de fort bonne qualité.

Si les producteurs de lait du Puy-de-Dôme voulaient écouter les conseils que, de toutes parts, on leur donne, s'ils voulaient être moins méfiants vis-à-vis de l'idée de coopération, s'ils voulaient se grouper pour traiter en commun les petites quantités de lait dont chacun dispose, s'ils comprenaient les multiples avantages qu'ils tireraient de l'association, le département du Puy-de-Dôme pourrait devenir un centre beurrier important. Il n'est point du tout exagéré de croire que, par l'amélioration de la qualité et l'accroissement de la quantité, on verrait rapidement sa production annuelle passer de 4 à 6 ou 8 millions de francs.

Néanmoins, quelles que soient les améliorations introduites ou les perfectionnements apportés dans la préparation du beurre, la fabrication des fromages doit, en raison de la nature du lait, rester la branche la plus importante de l'industrie laitière régionale.

En dehors des fromages destinés à la consommation familiale, on fabrique, dans le Puy-de-Dôme, des fromages estimés auxquels on pourrait reprocher leur assez grande irrégularité ; ils sont connus sous les noms de fourme du Cantal ou simplement de fourme, de Saint-Nectaire, de bleu de Pontgibaud ou de bleu d'Auvergne, de fourme d'Ambert et proviennent surtout des régions montagneuses.

La fourme fabriquée dans la région ouest, voisine du Cantal, peuplée de vaches de Salers, dans les burons, pendant l'été, ou dans les domaines réunissant un assez grand nombre de têtes, se vend en pièces de 5 à 40 kilogrammes, principalement sur le marché de Besse-en-Chandesse.

Le Saint-Nectaire, à pâte molle, est fabriqué surtout dans les cantons de Besse, Champeix, Latour, Tauves, Saint-Amand, Tallende. Son marché principal est encore Besse.

C'est un fromage de 20 centimètres environ de diamètre et 6 à 8 centimètres d'épaisseur, du poids de 1 kilogramme à $1^{kg},250$ qui se vend en gros, par douzaines. Les seuls marchands de Clermont-Ferrand en achètent annuellement 12.000 quintaux environ, à l'état frais et le font mûrir dans des caves fraîches creusées dans le tuf. La production totale est de 7 à 800.000 kilogrammes et représente une valeur moyenne de 7 à 800.000 fr.

Le bleu d'Auvergne, façon Roquefort, est celui dont la fabrication a le plus progressé depuis quelques années, en raison de son prix de vente plus élevé. Il provient surtout, pour la région ouest, des cantons de Ro-

chefort, Tauves, Latour, et pour la région est, des monts du Livradois et du Forez.

Les quantités expédiées varient de 10 à 12.000 quintaux et le prix de vente varie de 120 à 150 francs les 100 kilogrammes.

La seule gare de Laqueuille a expédié, en 1907, 600 tonnes de ce fromage.

La fourme d'Ambert est un bleu plus haut que large, de 10 à 15 centimètres de diamètre et de 25 à 30 centimètres de hauteur.

Il a pour origine la région d'Ambert et se fabrique dans le Livradois et dans le Forez. La production tend à diminuer en faveur du bleu d'Auvergne.

Il est fort difficile de faire une évaluation totale de la production fromagère, mais on peut estimer à 4 millions de francs environ la partie livrée au commerce.

Les pièces de chaque espèce, bien réussies, au point de vue de la fabrication et de la maturation, sont des produits délicats et de toute première qualité; mais si l'on considère l'ensemble des produits commerciaux, la qualité moyenne est seulement passable. Marchands et consommateurs sont unanimes à le déplorer.

Les raisons de ces irrégularités tiennent, en majeure partie, aux différences d'origine et des procédés de fabrication. C'est que, comme pour le beurre, bon nombre de particuliers fabriquent eux-mèmes leurs fromages avec une matière première qui n'est pas identique partout, des présures d'une force constamment variable dans des conditions de température différentes. Aux présures liquides ou solides, bien préparées, inodores, stériles et de force constante, ils préfèrent leur « présou » dans la fabrication duquel entrent des caillettes de veau, le lait desséché dans l'estomac de jeunes chevreaux ou agneaux, du petit lait et du sel de cuisine. Ce « présou » véritable bouillon de culture, peu ou pas antiseptisé par les quantités de sel employées, envahi, dès le début, par des ferments lactiques et butyriques, est souvent, avant épuisement, le siège de fermentations putrides nauséabondes et peut-être dangereuses.

C'est une opinion courante chez les producteurs et chez les marchands qu'avec le présou seul on peut fabriquer des produits supérieurs. Une circulaire récente, répandue à profusion dans les campagnes par le syndicat des marchands de fromages, va même jusqu'à prohiber l'emploi des présures liquides.

Cependant la fabrication des fromages tend, de plus en plus, à s'industrialiser, non par la création de coopératives, mais par l'installation de fabriques travaillant pour leur propre compte.

Une quarantaine de ces établissements, dont quelques-uns, celui de Laqueuille, par exemple, travaillent jusqu'à 3.000 litres de lait par jour,

fonctionnent dans le département. On en trouve à Laqueuille, (canton de Rochefort), à Tours-sur-Meymont, à Domaize (canton de Saint-Didier-d'Auvergne), dans le canton de Saint-Amand-Roche-Savine, à Sugères, près Issoire, à Latour, à Tauves, à Larrode pour la région montagneuse de l'arrondissement d'Issoire ; le Livradois et le Forez en comptent à eux seuls une trentaine dont vingt-quatre fabriquent du bleu, façon Roquefort et les autres de la fourme d'Ambert.

Ces industriels fabriquent de la fourme proprement dite, de la fourme d'Ambert et de Saint-Nectaire, mais leur effort principal porte sur le bleu qui s'écoule mieux et qu'ils trouvent plus rémunérateur.

Le rendement moyen du lait en fromage est de 1 kilogramme de fromage par 10 litres de lait.

La création de ces fromageries a pour résultat, tout en améliorant la qualité, de fournir des qualités plus régulières et de rendre par suite plus faciles les transactions commerciales.

Mais, leur effet est limité, d'autant plus que chaque industriel garde pour lui sans les faire connaître aux cultivateurs environnants des procédés qui n'ont pourtant rien de secret.

C'est en somme à l'ignorance des procédés rationnels de fabrication, à la méconnaissance, parfois trop grande, du principe qui domine toute l'industrie laitière : la propreté, à une routine invétérée et tenace, au manque d'esprit d'association. que les producteurs en lait du Puy-de-Dôme doivent de perdre annuellement plusieurs millions de francs,

Il ne faudrait point d'après cela, croire que l'Auvergnat des champs est un être borné et imperfectible, car il n'est point sot du tout ; intelligent et avisé, il aime seulement un peu trop ses habitudes et ses traditions, et sa méfiance à l'égard des innovations est parfois excessive. Mais pour le convaincre qu'un procédé par exemple est défectueux, il lui faut des preuves et des résultats pratiques. Quand il a vu et compris que les conseils qu'on lui donne peuvent, sans diminuer son effort, lui procurer une augmentation de bénéfices, il s'engage d'un pas sûr dans la voie du progrès.

Nous avons confiance qu'on peut, avec un peu de patience et une méthode rationnelle, le mettre au courant des procédés actuels, lui enseigner les moyens les plus propres de tirer de la terre et de son travail un profit plus grand.

Et cette confiance est légitimée par les progrès déjà accomplis dans le domaine de l'œnologie, de la sélection du bétail, de la mutualité. Mieux instruit, il saisira les avantages de l'association et pratiquera la coopération.

En ce qui concerne la laiterie, notre collègue M. Gillin, professeur départemental d'agriculture, s'occupe, dès maintenant, avec activité et

compétence de l'établissement d'écoles ménagères pour les filles de nos campagnes (1). De notre côté nous avons créé un laboratoire pratique de laiterie qui se propose seulement. pour le moment, de faire des moniteurs de laiterie (2).

Dans ce laboratoire ils apprendront à connaitre la matière première, le lait, ses causes d'altération et les moyens d'y remédier ; à fabriquer du bon beurre et à le conserver, à préparer une bonne présure et à mesurer la force d'une présure quelconque, à obtenir un caillé ayant des propriétés assignées à l'avance avec une présure donnée et à une température donnée, à faire avec un même lait des types différents de fromage, à diriger la maturation des fromages fabriqués.

Après deux ou trois mois d'un travail journalier ininterrompu, ces jeunes garçons retourneront dans leur village avec une pratique suffisante de toutes les opérations de la laiterie, pour faire mieux que leurs voisins et mieux vendre leur fromage ou leur beurre.

Ce laboratoire, avec ses ressources modestes, dues à la libéralité du Conseil général, avec ses ambitions limitées rendra, nous l'espérons, quelques services dans notre région. Il serait à souhaiter que le Ministère de l'Agriculture, secondant nos efforts et ceux du Conseil général, voulût bien nous prêter un concours efficace.

Mais combien seraient plus rapides les résultats si déjà, à l'école primaire, les enfants pouvaient acquérir les premières notions des choses au milieu desquelles ils vivent, si le maître lui-même pouvait et savait les intéresser aux choses de la terre !

Voilà pourquoi nous désirerions vivement que, dans les écoles normales où se préparent les maitres, l'enseignement agricole eût une plus large part, que cet enseignement eût une consécration officielle. Peut-être serait-il temps de faire des instituteurs pour les campagnes, capables de devenir des conseillers agricoles.

M. L. BLARINGHEM

Chargé du Cours de Biologie agricole à la Sorbonne.

L'AMÉLIORATION DES CÉRÉALES D'AUVERGNE

— 5 août —

Depuis quelques années, on s'intéresse beaucoup aux méthodes scientifiques appliquées, en Suède, à l'amélioration des semences de plantes

(1) La première école ménagère, après avoir fonctionné jusqu'en février, à Latour-d'Auvergne est actuellement à Pontaumur (1909).

(2) Le fonctionnement de ce laboratoire est ajourné (1909).

agricoles. Des agriculteurs suédois ont créé vers 1885, dans le centre de la Scanie, à Svalöf, un établissement de production de variétés et de sortes nouvelles dont les qualités sont appréciées actuellement à la fois par les agronomes et par les industriels français. Le directeur de laboratoire de Svalöf, M. N. Hjalmar Nilsson, a bien voulu m'initier aux méthodes scientifiques adoptées dans son établissement et, avec l'aide de la Société d'Encouragement à la culture des orges de brasserie en France, j'ai été amené à étudier avec soin la plupart des formes d'orges cultivées dans notre pays. Je reviendrai tout à l'heure sur la technique adoptée dans ce travail d'amélioration. Pour le moment, je voudrais vous convaincre de la nécessité de faire une étude approfondie des céréales d'Auvergne et vous inviter à collaborer à un travail d'ensemble dont les conséquences peuvent être d'une importance capitale pour l'agriculture du Massif Central et aussi de la France.

L'organisation du Laboratoire de Svalöf date d'une époque où les agronomes du Sud de l'Allemagne avaient coutume de faire venir leurs semences de la Suède. Les graines de céréales cultivées dans le sud de l'Allemagne étaient expédiées en Suède, où on les cultivait pendant plusieurs années, puis étaient de nouveau répandues comme semences dans leur pays d'origine. Ce mouvement commercial reposait sur des principes établis, peu d'années auparavant, par un agronome norvégien, Schübeler, principes exposés sous le nom de *lois de la nature* (1) :

1° Lorsque des céréales sont transplantées peu à peu de la plaine dans la montagne, elles doivent s'accoutumer à parcourir leur cycle complet de végétation dans un temps plus court ; si elles y mûrissent et si on les rapporte, après un séjour de quelques années, dans leur lieu d'origine, elles sont plus précoces que les mêmes formes qui n'ont pas changé de lieu.

2° Les céréales qui sont transplantées du sud au nord se comportent de la même manière ; elles se développent plus vite lorsqu'elles sont de nouveau rapportées vers le sud.

3° La taille et le poids des semences augmentent, en général, d'autant plus que les plantes ont été transplantées plus au nord. Cette augmentation disparaît bientôt lorsque les semences sont prises sur les plantes cultivées dans le sud.

4° Les semences, qui ont mûri dans une contrée septentrionale, donnent des plantes plus grandes, plus vigoureuses et plus résistantes aux intempéries que celles des mêmes variétés qui sont cultivées dans les pays du sud.

5° La coloration des feuilles, des fleurs et des semences est d'autant plus forte qu'on cultive les plantes plus au nord ; il y a cependant un certain optimum.

6° Pour les plantes odorantes, l'arome augmente dans les mêmes conditions, alors que, par contre, la quantité de sucre contenue dans les fruits diminue.

Depuis leur publication, ces lois ont été confirmées par différentes recherches. Les observations de Tisserand, de Petermann, de Körnicke, qui

(1) F. C. Schübeler : *Växlivet i Norge med Särligt Hensyn til Plante 'geographien*. Christiania,

portent sur des plantes cultivées d'abord dans le nord de l'Europe, puis dans le sud ou dans le centre, viennent à l'appui des études de Schübeler : M. Costantin a résumé ces expériences dans son livre récemment paru sur l'*Application du Transformisme à l'Agriculture* et il en a tiré des arguments en faveur de la théorie, chère aux Lamarckiens, de l'hérédité des caractères acquis.

S'il existe beaucoup d'essais agricoles qui portent sur des échanges de semences de céréales entre les contrées septentrionales et les contrées méridionales, essais qui mettent en évidence l'influence de la latitude sur certaines qualités des végétaux cultivés, on n'en trouve qu'un tout petit nombre, relatifs à l'influence du changement d'altitude. Or, les recherches nombreuses dont les plantes sauvages ont été l'objet établissent un parallélisme très net entre l'influence du changement d'altitude et l'influence du changement de latitude. Il me suffira de rappeler les conclusions d'une étude faite par MM. Bonnier et Flahault (1) sur les modifications de végétation, observées durant un voyage en Suède, dont plusieurs sont en relation immédiate avec les lois de Schübeler ; l'éclat des pigments, la quantité de chlorophylle, la production de liquides sucrés dans les nectaires augmentent avec la latitude. M. Bonnier (2) a fait, plus tard, des cultures comparées des mêmes individus en plaine et en montagne et ses conclusions sont en concordance plus ou moins complète avec les lois de Schübeler (coloration plus vive des feuilles et des fleurs, augmentation de liquides sucrés dans les nectaires des plantes). Je rappelle, pour m'en servir plus loin, que l'on observe constamment sur les plantes développées en montagne une diminution de taille résultant surtout du *raccourcissement des entre-nœuds*. Les expériences d'Hoffmann, de Körnicke et de Cieslars, rapportées dans le livre de M. Costantin, sont aussi en faveur de la similitude des effets dus au passage des plantes dans les régions septentrionales et sur les montagnes.

On peut s'étonner du petit nombre d'essais qui ont été faits sur ce sujet avec les plantes de grande culture et, en particulier, avec les céréales. Koppe prenait de préférence ses semences d'avoines sur les hauteurs pour ensemencer ses champs des plaines de l'Oder. Körnicke a fait aussi quelques épreuves analogues, mais on ne peut dire que ces tentatives aient une réelle valeur expérimentale. Cette lacune est d'autant plus regrettable, qu'à mon avis, l'utilisation des plantes de grande culture permet seule de répondre aux critiques nombreuses qui ont été faites aux observations de Schübeler.

(1) BONNIER et FLAHAULT : *Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu.*

(2) BONNIER : *Cultures expérimentales dans les Alpes et dans les Pyrénées* (*Revue générale de Botanique*, 1890, t. II, p. 544).

M. N. Ville a publié tout récemment un mémoire sur ce sujet (1). En général, dit-il, les résultats ont été contrôlés par des personnes différentes et le plus souvent pour une année seulement ; on sait, d'ailleurs, que les conditions climatériques, très variables d'une année à l'autre, peuvent modifier sensiblement les résultats. En ce qui concerne la coloration plus forte, s'il est vrai que le Blé de Bessarabie soit devenu brun-jaune en Norvège, que les Haricots de Christiania aient pris une teinte plus pâle à Breslau, c'est surtout l'absence de maturité qui est cause de la coloration verdâtre des Pois ; les Pois jaunes blancs de Christiania restent verts quand on les cultive dans le nord de la péninsule scandinave, mais, cultivés de nouveau à Christiania, ils montrent, dès la première année, la teinte jaune primitive. Quant aux essais faits avec la Pomme de terre, ils n'ont aucune valeur, puisque la coutume adoptée dans le nord (à Alten) est de planter les tubercules lorsque les germes sont très développés. Pour M. Ville, le problème posé par Schübeler est à résoudre complètement.

C'est aussi ce qui semble résulter des nombreuses études faites à Svalöf. S'il était établi que les bonnes variétés de l'Europe centrale cultivées pendant plusieurs années en Suède y prennent des qualités de précocité et de poids de semences élevées, il n'est pas douteux que le choix des meilleures plantes se ferait, non pas parmi les lots de céréales indigènes, mais, bien dans les variétés améliorées de France ou d'Allemagne. Or, le principe même du travail organisé en Suède est la séparation de sortes indigènes pures et meilleures que renferment les mélanges utilisés couramment par les agriculteurs suédois. Toutefois quelques-unes des meilleures formes répandues par le Laboratoire de Svalöf ont une origine étrangère. Il me suffit de signaler les Orges Chevalier II, Hannchen et les Avoines Ligowo et de Probtei, très estimées, actuellement, dans la Suède méridionale et centrale.

Avant de donner les faits, observés dans mes cultures, en faveur des lois de Schübeler, il me paraît nécessaire d'indiquer les grandes lignes de la méthode de *préparation de sortes pures* inventée au Laboratoire de Svalöf, méthode que j'ai adoptée pour l'étude des plantes de grande culture en France. Cette étude donnera plus de force aux observations faites et surtout précisera les divers points du programme de cultures comparées que je proposerai aux membres de la Section de vouloir bien entreprendre.

Le principe de la méthode de Svalöf est la découverte de l'existence, dans la nature et dans la culture, d'*espèces élémentaires*, complètement stables et souvent très bien définies par des caractères mesquins, à peine

(1) N. VILLE : *Veränderungen der Pflanzen in Nördlichen Breiten*. (*Biologisches Centralblatt*, t. XXV, p. 562.)

visibles pour qui les ignore, mais d'une fixité remarquable. Ainsi dans les Orges, les grains portent sur la face ventrale des petites brosses couvertes de poils, tantôt raides et brillants, non ramifiés, tantôt enroulés en tire-bouchon, ramifiés et cotonneux ; les nervures latérales dorsales des grains sont parfois lisses et parfois couvertes d'épines bien nettes. Ces caractères offrent une fixité absolue, au moins dans la plupart des cas. Ils permettent le contrôle rapide de la pureté d'une semence et leur diagnose révèle souvent des qualités physiologiques importantes pour les plantes qui les portent. Dans une étude de la variabilité sous l'influence du climat, ces caractères n'ont qu'un intérêt de contrôle, et ce n'est pas sur eux que seront faites les observations ; mais ces caractères permettent d'éliminer, sans erreurs possibles, les lots qui, par négligence, ont été mélangés aux variétés locales.

Dans chaque espèce élémentaire, on définit les *sortes* par des caractères moins absolus, mais assez nets pour servir à la délimitation de formes relativement très voisines. Un des meilleurs caractères adopté à Svalöf, (c'est, à mon avis, un des plus sensibles pour l'étude de la variabilité due au climat), est la *compacité* ou la *densité* de la grappe florale. Par définition, la densité d'un épi est le rapport du nombre des épillets insérés sur le rachis au nombre de centimètres qui représente la longueur de ce rachis. La formule $D = \frac{10.\ a}{l}$ où a est le nombre d'épillets de l'épi, l la longueur du rachis évaluée en centimètres, exprime que le chiffre D est le nombre de grains que porterait un épi d'une longueur de 10 centimètres dont les parties seraient disposées comme sur l'épi étudié. Ce nombre est variable pour les épis de la même plante, et surtout pour les épis des descendants de la même plante ; mais il est fréquent de trouver des lignées dont les nombres s'écartent peu d'un nombre moyen appelé *densité moyenne* de la sorte. Dans mes cultures, je prends comme point de départ une plante unique dont on mesure la densité des épis ; la plante et les épis (ou les rachis des épis dont les grains sont semés) sont conservés dans la collection ; à la récolte suivante, la densité est mesurée sur cent épis pris au hasard parmi les descendants ; il faut deux années de contrôle pour être assuré de la valeur du caractère ainsi étudié. Les plus grandes précautions sont prises pour éviter les mélanges à la récolte et pendant les semailles ; les différents lots étudiés en *culture pédigrée* sont d'ailleurs isolés par des plates-bandes d'une autre céréale.

Dans l'amélioration des plantes, les lots les plus réguliers sont seuls conservés et l'élimination porte sur la plupart des lignées. Depuis cinq années, j'ai suivi plus de mille *sortes pédigrées* d'Orge dont une cinquantaine seulement ont été conservées pour la grande culture.

Il en résulte, d'une part, une grande homogénéité des plantes d'une

même sorte et, d'autre part, la connaissance aussi complète que possible de quelques caractères bien définis qui se prêtent à une mesure précise.

Sans insister davantage sur ces points, qui ont été déjà l'objet de notes spéciales (1), je vais exposer brièvement les faits qui semblent venir à l'appui des lois de Schübeler énoncées plus haut. Cultivées dans les environs de Paris, les sortes d'Orges provenant de l'Auvergne ont présenté toutes une plus grande précocité, qui s'est atténuée d'ailleurs, depuis l'an dernier, au point de n'être plus sensible actuellement. En 1903, on m'a communiqué de diverses régions de culture d'orges de France (Champagne, Sarthe, Mayenne, Eure-et-Loir; environs d'Issoudun, de Saumur, du Puy) une soixantaine d'échantillons qui ont tous été traités de la même façon. Le triage à la loupe a permis de séparer diverses espèces élémentaires, qui ont été cultivées, en 1904, à Chaville (Seine-et-Oise). Le tableau suivant, qui montre l'impureté initiale des lots, correspond aux analyses faites sur les échantillons provenant de l'Auvergne.

Les lettres grecques α, 6, γ, δ désignent les espèces élémentaires renfermées dans les espèces linnéenes *H. distichum nutans* (Paumelle) et *H. distichum erectum* (Orge éventail). Les chiffres expriment le pourcentage des grains de chaque espèce dans le lot analysé.

Origine	H. d. nutans				H.d.erectum	
	α	6	γ	δ	α	6
a) Orge du Puy 1. (M. Chaudier, à Nolhac).	90,8	7,5	0,7	0,5	0,5	0
b) — 2. (M. Pradier, à Espaly) .	57	19,3	21	2,7	0	0
c) — 3. (M. Sabatier, à Autrac).	93,8	0	1,9	0	0	4,3
d) — 4. (M. le baron Reynaud, à Sansac).	89,5	5,7	4,8	0	0	0
e) Orge du Cantal (M. Rigaux, à Mende). .	53,2	30,8	12,3	3,4	0,3	0
f) Orge de pays (Brioude)	57	19,3	21	2,7	0	0
g) Orge Chevalier de Pays (M. Rigaux, à Mende).	3,2	3,5	90	3,3	0	0
h) Orge Chevalier Denaiffe, sans engrais (M. Rigaux, à Mende)	43,3	55,2	1,5	0	0	0
k) Orge Chevalier Denaiffe, avec engrais complet (M. Rigaux, à Mende)	42,2	21,9	33,1	0,8	0	0

En 1904, j'avais donc en culture trent-cinq lots d'espèces ou d'origines différentes, qui avaient été soumis au moins pendant une année (lots *h* et *k*) à une culture en Auvergne. Tous ces lots ont présenté une avance de huit à deux jours dans la floraison et dans leur maturité sur les autres plantes provenant de la plaine. Les lots les plus précoces renfermaient les espèces *Hordeum distichum nutans* α et β des échantillons *a*, *b*, *c*, *d*, *e* et *f* (huit à six jours); venaient ensuite les espèces α et 6 des lots *h* et *k* (cinq et quatre

(1) *Rapports de la Société d'Encouragement de la Culture des orges de brasserie* (1904, 1905, 1906, 1907 et 1908. Siège, 22, Avenue de Wagram, Paris). — *La Variation des formes végétales. (Revue Générale de Botanique,* 1908, t. XX, p. 49.)

jours), et, enfin les espèces γ et δ de tous les lots ainsi que toutes les formes de l'échantillon *g* (trois à deux jours).

Or, c'est une règle fréquente que les lots γ et δ, caractérisés par un axe d'épillet couvert de poils courts enroulés en tire-bouchon, sont en retard dans leur floraison et leur maturité sur la plupart des lots α et 6. Il est très facile de le vérifier chaque année dans la séparation des sortes de même origine et la loi apparaît plus nettement encore dans la disjonction des hybrides résultant du mélange sexuel des caractères α (ou 6) et γ (ou δ). L'exception apparente du lot *g* s'explique très facilement par la forte proportion de l'espèce γ qu'il possédait à l'origine (90 0/0), et cette remarque révèle une partie du mécanisme de l'uniformité, dans la rapidité de végétation montrée par le lot *g*. Par l'ensemble des individus qui composaient le lot, la forme *Orge Chevalier de Pays* était tardive et les seuls types α et 6 qui avaient chance de persister dans la concurrence vitale avec γ et δ, étaient précisément les formes tardives des espèces α et 6. Les formes précoces de ces dernières espèces étaient trop mûres à l'époque de la récolte et l'on sait qu'un intervalle de quelques jours entre la maturité et la récolte provoque la chute de la plupart des grains attachés sur l'épi. D'ailleurs, il est possible qu'un mode de préparation des semences employé couramment ait contribué à accentuer la netteté du résultat. Les grains des types α et 6 sont allongés, ovales ; les grains des types γ et δ sont plus courts et surtout plus épais et plus ronds ; le triage au crible qui précède la vente des céréales de semences peut aider au maintien de la pureté partielle d'une orge de l'espèce γ ou δ.

Avant d'abandonner l'examen des résultats du tableau précédent, il est intéressant de remarquer les différences de composition des lots *h* et *k*. A l'origine, ces deux lots étaient semblables ; ils ne diffèrent que par des conditions particulières de fumure. On peut constater, par la seule comparaison des proportions dans lesquelles les espèces élémentaires sont trouvées dans les lots récoltés, à quelles erreurs conduisent des essais de fumure avec des variétés impures. Il n'est pas douteux que les différences observées dans le rendement et dans la composition chimique des produits sont dues en grande partie à ce qu'une espèce est plus favorisée qu'une autre par tel ou tel engrais. Les Orges du type γ conviennent bien aux sols riches ; les α et β sont presque seuls représentés dans les lots provenant des terrains arides de la Champagne. La fumure donnée à l'Orge Chevalier Denaiffe a favorisé le développement de l'espèce γ au détriment du type β dont le grain est beaucoup plus maigre. Si les mêmes essais de fumure avaient été faits avec des sortes pures des types α ou γ, ils auraient sans doute donné des résultats différents. Or, ce qui est vrai pour la fumure, l'est aussi pour l'action du climat. Si l'on veut étudier, avec une précision scientifique suffisante, les changements introduits par la culture en plaine

ou en montagne, il faut se servir d'un matériel pur et facile à contrôler. Les plantes de grande culture peuvent seules donner un choix d'individus homogènes. C'est pourquoi je propose de fournir pour cette étude des graines à caractères bien connus et provenant toutes d'une même plante mère.

Dès la récolte des plantes originaires d'Auvergne et cultivées en 1904 à Bourg-la-Reine, j'ai été conduit à isoler, dans chacun des lots précédents, quelques plantes types qui ont servi de point de départ pour mes pédigrées; en 1905, sur les cinquantre-quatre lots étudiés, douze seulement ont présenté un intérêt pour l'industrie; un seul fut adopté définitivement et il fut donné en 1907 à la section du Puy pour la multiplication et l'essai dans le sol d'origine. J'ai pu constater, jusqu'en 1906, la persistance d'une précocité relative (quatre à deux jours) des sortes pédigrées de mes cultures. Depuis, le lot maintenu, qui appartient à l'espèce γ, ne présente plus cette particularité et cette expérience est trop restreinte pour qu'il soit permis d'en tirer un argument décisif, pour ou contre les théories de Schübeler.

Je ne parlerai pas ici d'autres essais commencés en 1906 sur d'autres lots indigènes provenant aussi du Massif Central; il me paraît plus important de signaler les résultats de cultures comparées, faites à Bourg-la-Reine depuis 1905, entre des Orges indigènes dont les unes n'ont cessé d'être cultivées en France et dont les autres ont été l'objet de cultures en Suède, à Svalöf, pendant trois années consécutives. En 1902, la Société d'Encouragement de la culture des orges de brasserie a envoyé à Svalöf une trentaine d'échantillons d'orges françaises qui ont été soumis au traitement habituel du laboratoire (séparation des espèces élémentaires et des sortes). M. Nilsson, directeur du laboratoire, a eu l'obligeance de m'envoyer, en 1905, quelques épis de toutes les formes étudiées à Svalöf et depuis, j'en fais le contrôle par comparaison avec d'autres lots indigènes qui m'ont été envoyés directement par des agriculteurs français. Les comparaisons portent sur environ cent sortes différentes ayant été cultivées à Svalöf pendant trois années et trois cents sortes, de même provenance, étudiées depuis 1904, dans les environs de Paris. Dès la première année de culture comparée, en 1906, l'avantage comme poids des graines, récoltées pour cent grains plantés, a été très nettement en faveur des orges françaises ayant séjourné à Svalöf. La différence s'est fait très nettement sentir en 1907 par une augmentation en poids atteignant environ le cinquième de la récolte entière. Ici aussi, il y a eu des différences selon les origines et les espèces élémentaires. Les graines provenant de la Champagne, par exemple, semblent avoir profité au maximum de cette augmentation de poids, mais au détriment de la qualité du grain qui offre des pellicules plus épaisses.

Pour faire la contre-épreuve de cette expérience, j'ai cultivé cette année des échantillons purs d'orges de Svalöf, les uns provenant de récoltes, faites en Suède en 1907, les autres provenant de semences cultivées en France depuis cinq ans. Il m'est impossible de donner de résultats sur le rendement comparé des deux séries de plantes à peine récoltées ; mais la floraison et la maturité plus précoces des lots récemment importés de Suède vient encore à l'appui de la première loi de Schübeler. Cette dernière expérience est d'autant plus nette qu'elle se constate sur des sortes appartenant, il est vrai, à la même espèce botanique, mais à caractères physiologiques notablement différents. Ainsi l'orge *Prinzess* et l'orge *Hannchen*, qui rentrent toutes deux dans l'espèce *H. distichum nutans* α sont très différentes comme végétation ; la *Prinzess* mûrit ses graines en moyenne huit jours après la *Hannchen*. Quoique cette différence dans les maturités respectives des sortes se conserve lorsque toutes les conditions de cultures sont semblables, les sortes, importées l'hiver dernier de Svalöf, ont une avance de six à huit jours sur les lots correspondants cultivés en France, depuis cinq années.

Ces faits semblent établir le bien fondé des lois énoncées par Schübeler, toutefois ils sont trop peu nombreux pour qu'ils puissent être considérés comme définitifs. Les essais n'ont, d'ailleurs, porté que sur une céréale unique, au seul point de vue de la précocité et du rendement. Ils méritent d'être faits avec d'autres céréales et aussi avec d'autres plantes de grande culture, tels que les Pois, les Haricots, le Lin, etc.

Avant tout, il est indispensable de se procurer un matériel d'étude bien homogène, provenant de cultures pédigrées et susceptible d'un contrôle minutieux permettant de déceler les mélanges. J'ai expliqué comment on peut y arriver avec les Orges et les mêmes procédés s'appliquent strictement au Blé et à l'Avoine. J'ai préparé des lots d'Orges et d'Avoines, en assez grande quantité pour répondre aux désirs de tous les expérimentateurs qui voudraient faire des cultures comparées, en Auvergne ou en d'autres régions de France. Mes pédigrées de Blé ne me permettront de donner du matériel que l'an prochain, mais je dispose de lots considérables de Maïs et de Pois qui répondent aux mêmes exigences ; il sera facile d'appliquer la même méthode au Lin et aux Haricots.

Il est plus important de discuter les conditions pratiques de culture. Pour éviter les mélanges avec les variétés locales, il pourrait paraître prudent de faire les essais dans des enclos ou dans des jardins, ou même à l'intérieur des villes. Ce serait une faute grave. Les variations qu'il s'agit d'étudier appartiennent à la catégorie des *fluctuations*, qui sont des réactions plus ou moins accusées à tous les facteurs physiques et chimiques, renfermées dans le mot très général *nutrition*. Il est bien évident que l'effet produit par le climat de la montagne (printemps froid, été court et chaud) peut être en

partie masqué par des conditions particulières de culture, telles que des abris, ou une exposition surchauffée, ou un sol très riche en humus et frais, ou enfin des irrigations artificielles qu'on est toujours tenté de faire lorsqu'on dispose de canalisations d'eau. Les essais doivent être faits dans les champs de grande culture avec les habitudes courantes d'assolements et de fumure adoptées dans le pays. Cette méthode a pour avantage, non seulement de limiter les dépenses, mais, aussi, de conserver une uniformité de conditions, qui serait difficilement réalisable autrement. Il est possible, d'ailleurs, que les semences pédigrées soumises à ces essais présentent des qualités qui attirent sur elles l'attention des agriculteurs, chargés de surveiller les lots. Le choix portera sur des sortes ayant des qualités déjà reconnues pour l'industrie et, dans ces conditions, il est probable que certaines semences se substitueront aux variétés locales ; l'expérience, tout en devenant rémunératrice pour l'agriculteur, sera par son extension même d'autant plus concluante. Les précautions à prendre pour les semailles et pour la récolte seront signalées en même temps que l'envoi des échantillons d'étude.

Enfin, il reste à définir les caractères sur lesquels porteront les observations et, du choix de ces caractères, dépend, à mon avis, le succès des recherches. En ce qui concerne la précocité, les dates des semailles, de la floraison et de la maturité peuvent être notées avec une certaine précision, surtout lorsqu'il s'agit de plantes issues du même parent. L'homogénéité du lot permet de constater la floraison simultanée des épillets inférieurs des épis du talle 1, par exemple. Il importe de prendre une règle qui soit la même dans tous les cas et de faire des prises d'échantillons aux dates d'observation, pour en permettre le contrôle.

Mais, il est moins commode de définir des propriétés complexes comme le rendement, surtout lorsqu'il s'agit de petits lots d'expérience. Cette seconde question devrait être provisoirement écartée pour faire place à des observations plus nettes et plus précises. Ainsi, le rendement d'une céréale est influencé en partie, par le tallage ou mieux par le nombre des tiges développées par mètre carré, d'autre part, par le nombre d'épillets ou de fleurs fertiles portées par chaque tige et enfin, par le poids des grains. On peut s'efforcer d'uniformiser le tallage pour une sorte pédigrée, donnée, en adoptant une fois pour toutes un écartement bien défini dans la plantation ; on se contentera ensuite de l'étude de cent épis pris au hasard dans le lot pour déterminer le nombre moyen des grains ou le poids moyen des grains par épis. Cette méthode d'appréciation peut donner de bons résultats, mais elle présente un défaut assez grave en ce sens qu'elle peut être influencée, très nettement, par des conditions accidentelles de culture.

Dans les études de statistiques appliquées à la végétation, on est d'accord pour attacher plus de valeur aux résultats qui sont obtenus par le rapport

des nombres exprimant des qualités corrélatives. Si une plante d'orge du lot d'expérience, par suite de la mort ou de la mauvaise venue des plantes voisines, se trouve favorisée dans son développement, elle offrira un nombre plus élevé d'épillets par épis et en même temps un rachis, ou axe de la grappe, plus allongé. Le facteur accidentel modifiera, sans doute, beaucoup le nombre de grains par épis et la longueur du rachis; il n'entrainera qu'une faible déviation du rapport de ces deux nombres. Ainsi nous sommes conduits à préférer l'étude d'un rapport comme la *densité* d'un épi ou d'une grappe, à celle de qualités exprimées directement par une mesure unique. Au point de vue de l'établissement d'une loi générale de variation, il est aussi beaucoup plus commode de comparer des chiffres ou des séries de chiffres, que des grandeurs qui ne peuvent pas toujours être appréciées avec des unités comparables. La densité des grappes ou des épis est donc un bon caractère fluctuant à adopter pour l'étude de l'action du climat. Mes essais m'ont montré qu'avec des sortes pédigrées régulières il suffit de faire les mesures sur cent épis ou sur cent panicules pour avoir des données suffisamment précises pour mettre une déviation nette en évidence.

Le caractère de densité des épis ou des grappes dont la connaissance exacte est trés importante pour l'appréciation des qualités culturales des sortes (il entraine la variation corrélative du poids absolu de la paille, de la résistance à la verse, etc.) est d'ailleurs l'un de ceux qui doivent être le plus affectés par le climat de la montagne. Les recherches de M. Bonnier ont établi pour des plantes vivaces la réduction de taille et le raccourcissement des entre-nœuds des individus soumis à la culture en montagne. C'est peut-être l'un des résultats les plus nets de son étude. Il n'est pas douteux qu'on puisse en trouver la confirmation avec des essais faits sur les céréales. Or, la mesure du raccourcissement des entre-nœuds n'est autre que celle de la densité ou de la compacité des grappes.

En résumé, les recherches sur les céréales d'Auvergne pour lesquelles je demande des collaborateurs à la section d'agronomie de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, ont un but précis, celui de confirmer ou d'infirmer les lois énoncées par Schübeler. En plus du problème de physiologie végétale qu'elles posent, elles touchent à des questions qui ont la plus grande portée au point de vue agricole, économique et scientifique.

S'il est démontré que le passage de quelques années dans la montagne donne à une semence pure des qualités de précocité et de rendement plus élevé, il s'établira bientôt un roulement de graines dont les agriculteurs de l'Auvergne pourront tirer un grand profit. L'industrie qui s'efforce d'obtenir des produits purs, à qualités bien définies, encouragera, par des primes, ce mouvement de production de semences, qui leur donnera de

grandes garanties. A une époque où la question des qualités des Blés se pose partout, en Angleterre, en Amérique, en France même, il est indispensable de se rendre compte avec précision des possibilités qu'offre pour l'agriculture et pour l'industrie, notre pays aux terrains si variés, qui jouit d'un climat si favorable aux productions de choix.

Mais il se pose un autre problème plus élevé que l'Association française pour l'Avancement des Sciences se doit d'aborder. Il s'agit de soumettre à l'expérimentation l'hypothèse de l'hérédité des caractères acquis. Le principe de l'accoutumance, énoncé par Lamarck, est bien français et il nous est peut-être réservé d'en donner une démonstration nette et définitive. Les plantes de grande culture, dont les caractères sont bien connus, constituent le matériel le plus favorable pour ce genre de recherches.

Discussion. — M. Larue demande à partir de quelle altitude ces essais pourraient être entrepris.

M. Blaringhem croit qu'il faudrait une altitude minimum de 600 à 700 mètres.

MM. Lecoq, Chalon et Gillin offrent leur collaboration à M. Blaringhem pour ces essais culturaux.

M. GENESTE

Professeur spécial d'Agriculture de l'Arrondissement (Issoire).

DES ORGES DE BRASSERIE EN AUVERGNE (1)

— 5 août

Il y a cinquante ans, l'orge de brasserie était inconnue dans le Puy-de-Dôme; la surface restreinte consacrée à cette culture ne produisait qu'un rendement médiocre, uniquement utilisé par les animaux de la ferme. Actuellement, cette céréale n'occupe pas moins de 14.000 hectares dans le département, répartis dans la riche plaine de la Limagne, avec Saint-Germain-Lembron pour principal centre de production. Ce canton, en effet, fournit à la brasserie la majeure portion des orges d'Auvergne; viennent ensuite Issoire et la partie basse du canton d'Ardes.

Le sol, argilo-calcaire sous une épaisseur de 30 à 50 centimètres suivant les localités, convient admirablement à la culture de l'orge; au point de vue géologique, il appartient à l'étage aquitanien ou oligocène inférieur. Le sous-sol est constitué de silice, d'argile et de calcaire; la silice domine en maints endroits, ce qui permet, d'ailleurs, l'exploitation de nombreuses carrières de sable. La terre se trouvant donc ni trop tenace, ni trop légère, ni trop sèche, ni trop humide, il n'est pas étonnant que, dans de telles conditions, la céréale fournisse des rendements très rémunérateurs.

(1) Rapport présenté à la Section.

Quant à sa composition chimique, voici les résultats d'une analyse faite par M. Leroux, relatée dans son *Étude sommaire des terrains agronomiques du Puy-de-Dôme;* l'échantillon provient d'une terre de Saint-Germain-Lembron, appartenant à M. Meyal-Augier, excellent agriculteur, ami du progrès.

Analyse physique	Cailloux	1 pour 1000 de terre.		
	Graviers	84	—	—
	Terre fine	915	—	—
Analyse chimique	I. — Cailloux et graviers pour 1000 de terre	Calcaire		2,7
		Silicates		82,3
	II. — Terre fine pour 1000	Chaux		5,6
		Acide phosphorique		1,34
		Potasse		6,78

Éléments fertilisants pour 1000 de terre, telle qu'elle existe dans le champ:

Chaux (carbonate de)	57,60
Acide phosphorique	1,22
Potasse	6,20

Ces chiffres indiquent que nous nous trouvons en présence d'un terrain de bonne composition, au double point de vue physique et chimique, riche en principes fertilisants, surtout en potasse, laquelle cependant ne doit pas exister sous une forme facilement assimilable, car l'apport d'engrais potassiques exerce une influence sensible sur la culture qui la reçoit.

L'assolement suivi par la majorité des agriculteurs est de huit années, se décomposant de la façon suivante :

1re année : Culture sarclée : betteraves, pommes de terre, etc.
2e — Orge ou froment
3e — Froment ou orge.
4e — Avoine avec semis de sainfoin ou de trèfle.
5e — Sainfoin.
6e — Sainfoin.
7e — Orge ou froment.
8e — Froment ou orge.

Quelquefois, le sainfoin n'occupe le sol qu'une seule année; l'assolement est alors complété par une culture de féverolle ou de vesce, suivie d'un semis de raves. Les agriculteurs ont remarqué que l'orge réussissait admirablement bien après le sainfoin et, s'ils lui substituent le froment, dans quelques cas, c'est parce qu'ils n'ont pas le temps d'exécuter un défrichement convenable.

Cette céréale exige, en effet, un labour profond à l'automne ou au début de l'hiver, en novembre-décembre pour préciser, labour de 25 à 35 centimètres suivant la culture précédente, rigoureusement nécessaire pour l'obtention d'un rendement élevé. On herse énergiquement et on confie ensuite à la mauvaise saison le soin de parfaire l'ameublement du sol; sous l'influence des alternatives de sécheresse et d'humidité, de gel et de dégel, les

mottes de terre se désagrègent peu à peu, le nivellement de la surface s'accentue et, vers fin février, il suffit d'un scarifiage, c'est-à-dire d'un labour superficiel, pour assurer un bon support au végétal.

Les variétés d'orge de brasserie cultivées en Auvergne ne sont pas nombreuses et peuvent se ramener à deux : l'orge commune d'Auvergne, nommée encore orge du Lembron et l'orge de Hanna. Cependant on a essayé, à diverses reprises, d'acclimater d'autres variétés dans le Puy-de-Dôme. Voici le résultat d'une expérience très précise effectuée par M. Meyal; cinq variétés d'orge furent semées, dans des conditions identiques, le 16 mars 1903 et récoltées le 8 août:

1° Orge commune d'Auvergne : excellente variété à épis et grains réguliers, jouissant d'une renommée justifiée dans la région;

2° Princess horn : rendement en grain très satisfaisant, mais de mauvaise qualité;

3° Orge de Hanna : introduite pour la première fois, en 1895, par les soins de M. Schribaux et précieusement conservée depuis cette époque; meilleur grain que les variétés précédentes, surtout en finesse;

4° Orge Chevalier : grain lourd et gros, paille forte, tallage défectueux; variété difficile au double point de vue de la préparation et de la fumure du sol;

5° Les quatre variétés en mélange ont fourni un bon rendement, mais la maturité a été fort irrégulière.

Des quatre variétés citées dans cette expérience, deux seulement ont été conservées et se sont maintenues dans la région avec toutes leurs qualités : l'orge commune d'Auvergne, que l'on sélectionne chaque année, et l'orge de Hanna que le commerce estime beaucoup. Les autres ont disparu; elles ne fournissaient, d'ailleurs, que des rendements inférieurs à ceux obtenus avec les variétés précédentes.

L'orge de printemps, la seule utilisée en Auvergne, s'accommode mal d'une fumure directe au fumier de ferme; elle préfère des terres déjà riches en humus, ayant reçu l'engrais de ferme lors de la culture des plantes sarclées. Le plus grand ennemi de cette céréale est la verse; aussi l'utilisation du nitrate de soude devient plutôt accidentelle et M. Meyal n'en fait plus usage depuis longtemps. Dans le cas contraire, le nitrate est répandu à la dose de 100 kilogrammes à l'hectare et en deux fois; par contre, 300 kilogrammes de superphosphate et 150 kilogrammes de chlorure de potassium produisent d'excellents résultats en quantité et qualité. Cependant, il y a lieu de ne pas dépasser ces doses dans les terres de bonne qualité, la maturité survenant trop rapidement et les grains se trouvant mal nourris.

Ces engrais sont enfouis par le scarifiage précédant les semailles. Quand l'orge succède au sainfoin, le superphosphate est particulièrement à recommander; la dose peut alors être portée à 350 kilogrammes à l'hectare sans inconvénient sérieux.

L'époque du semis paraît jouer une influence considérable sur la qualité du grain; la meilleuse période va de fin février au 15 mars. Il faut surtout veiller à ce que la semence ne soit pas enfouie dans un sol humide et, après de fortes pluies, il est toujours préférable d'attendre une dizaine de jours, afin que la surface de la terre soit bien ressuyée sur une profondeur de 3 à 4 centimètres.

La non-observance de ces précautions entraine presque fatalement la rouille de la céréale, une maturité trop rapide et une mauvaise qualité de grain. Un semis hâtif donne des plants souffreteux, jaunissant très facilement à la levée par suite des gelées; un semis tardif fournit une paille plus molle, peu résistante à la verse et d'une maturité interminable.

On peut semer de trois façons différentes :

1° A la volée, ce qui nécessite 180 kilogrammes de grains par hectare;
2° En lignes, à la main, avec 160 kilogrammes de semence;
3° A semoir, en lignes écartées de 15 centimètres, méthode qui n'utilise plus que 130 kilogrammes de grains.

L'orge doit être coupée au moment de la pleine maturation; cependant, lors d'une période de beau temps à peu près certaine, la récolte peut être prématurée, à la condition de disposer la céréale en moyettes. Si la pluie survient dans l'intervalle, toutes les gerbes constituant les chapeaux protecteurs des moyettes doivent être rentrées et battues séparément.

Les engrais chimiques exercent une très heureuse influence sur le rendement de l'orge; d'après de multiples expériences faites par M. Meyal en terrain riche et fumé depuis longtemps à l'engrais de ferme (voir l'analyse plus haut), le superphosphate et le chlorure de potassium augmentent ce rendement de 55 0/0 environ. Voici les moyennes obtenues avec quatre variétés différentes :

Orge commune. . .	3.250	kilogr.	de grains et	2.800	kilogr. de paille.
Orge Chevalier. . .	3.150	—	—	2.950	—
Orge de Hanna. . .	3,200	—	—	2.850	—
Orge de Moravie . .	3.000	—	—	2.500	—

L'orge de Hanna fournit un peu plus de paille que l'orge commune, mais celle-ci est légèrement supérieure à la précédente au point de vue du rendement en grain. Rigoureusement sélectionnée chaque année, l'orge commune d'Auvergne est appelée à satisfaire tous les désirs de la brasserie par sa qualité, après avoir fait le bonheur de l'agriculteur par sa quantité.

Régions ou localités.	Humidité.	POUR CENT, MATIÈRE SÈCHE Extrait.	Protéine.	Poids de 1000 grammes.
Puy-de-Dôme.	12,72	78,20	10,88	49,46
Issoire (coteau)	12,39	76,39	10,13	49,32
Issoire (plaine)	13,10	76,50	11,55	49,26
Issoire.	13,60	78,27	10,55	51,06
St-Germain-Lembron .	13,55	77,28	11,09	53,40

M. A. DESANGES

LES BLÉS DURS D'AUVERGNE. — LEUR EMPLOI DANS L'INDUSTRIE DES SEMOULES ET DES PATES ALIMENTAIRES

— 5 août —

Les blés employés à la fabrication des pâtes alimentaires sont les blés durs, appelés aussi, dans la région, blés glacés. Seuls ils permettent d'obtenir des produits répondant à tous les desiderata du consommateur.

En effet, de bonnes pâtes alimentaires doivent pouvoir supporter une cuisson longue qui les fait augmenter de volume sans qu'elles se désagrègent, cette durée de cuisson variant évidemment suivant la grosseur ou la forme des pâtes. En outre, celles-ci ne doivent pas troubler le liquide dans lequel elles sont préparées. La pâte doit donc être d'une homogénéité parfaite, toutes les molécules ayant entre elles une cohésion suffisante.

Pour ces deux raisons, les blés tendres devront être éliminés de la fabrication des pâtes alimentaires.

En effet, si d'après Payen nous prenons la composition moyenne des pâtes, nous trouvons :

	Amidon.	Gluten et autres matières azotées.	Dextrine.	Matières grasses.	Glucose.
Blé dur	58,54	13,23	7,10	2,5	35,4
Blé tendre . . .	63,75	11,16	6,7	15,2	15,3

	Silice-phosphates.
Blé dur	25,3
Blé tendre.	15,3

Les blés durs contiennent donc une proportion plus importante de gluten que les blés tendres, ces derniers étant au contraire plus riches en amidon.

Comme c'est précisément le gluten qui, par ses propriétés d'extensibilité, d'élasticité, donne aux pâtes les qualités demandées, on doit toujours chercher parmi les blés durs à travailler les plus riches en cette matière.

Les blés durs ou blés glacés se distinguent par leur aspect corné, ils présentent une cassure lisse et brillante d'une teinte plus ou moins dorée, contrairement aux blés tendres dont la cassure est blanchâtre et farineuse.

Quelles sont les conditions permettant d'obtenir le blé dur?

Celles-ci proviennent de la variété de la semence, des influences climatériques et de la nature du terrain. Un blé de Taganrog ou un Poulard peut devenir glacé alors qu'un blé tendre (Bordier, blé bleu, etc.) reste tendre dans les mêmes terrains, toutes autres conditions étant les mêmes.

En outre, les influences extérieures ont une importance très grande car il arrive fréquemment qu'une même semence dans un même terrain produit deux blés de nature bien différente au point de vue de leur dureté. Par exemple, certaines circonstances physiques ont une influence assez importante : le soleil frappant les blés après une pluie légère, une verse à la suite de grands vents produisent ordinairement le glaçage du blé.

La meilleure preuve que ces phénomènes physiques ont une influence est qu'on trouve souvent dans un épi des grains glacés et des grains tendres. Les échanges chimiques de la plante avec le sol ou avec l'air étant identiques pour un même épi, on ne peut donc attribuer cette différence qu'aux phénomènes physiques, c'est-à-dire à la façon dont les épis auront été atteints par les rayons solaires, ou à toute autre cause extérieure.

De plus, un blé ne devient glacé que dans des terrains très riches, comme par exemple ceux de la Limagne d'Auvergne.

L'azote joue certainement un rôle important dans le glaçage du blé, car il a été constaté qu'après une luzerne le blé est toujours dur. Les diverses variétés de blés durs travaillés en France, dans les semouleries, proviennent de Russie, d'Afrique et d'Auvergne.

On reçoit également des blés du Canada, mais ceux-ci sont en général de qualité bien inférieure aux précédents. En outre, les graines étant toujours très petites, ils sont assez difficiles à travailler et donnent un déchet considérable.

Nous n'examinerons donc que les trois sortes citées précédemment. Si nous nous reportons, à ce sujet, aux études faites par le regretté Truchot, nous trouvons les différences suivantes, obtenues par l'analyse d'échantillons prélevés sur des lots provenant de deux années consécutives :

				A L'ÉTAT SEC	
	Eau.	Azote.	Gluten.	Azote.	Gluten.
1. Blé d'Auvergne	12,9	1,76	11	2,02	12,6
2. — de Constantine. . .	11,25	1,96	12,25	2,21	13,81
3. — d'Auvergne	12,4	2,01	12,56	2,30	14,38
4. — de Philippeville . .	11,5	2,1	13,12	2,37	14,81
5. — d'Auvergne	14	2,05	12,81	2,38	14,87
6. — —	13,1	2,09	13,06	2,40	15
7. — —	13	2,16	13,50	2,48	15,50
8. — de Taganrog. . . .	11	2,3	14,37	2,58	16,11

D'un autre côté, Payen ayant analysé les blés d'Auvergne et de Taganrog trouve les résultats suivants :

Premier échantillon : Blé d'Auvergne. . . . 2,45 azote pour cent à l'état sec.
Deuxième — — — . . . . 2,77 — —
Blé Taganrog . . . . . 2,76 — —

Ces deux tableaux nous permettent de conclure que les blés d'Auvergne sont assimilables aux meilleurs blés importés, soit de l'Afrique, soit de la

Russie Méridionale et peuvent, par conséquent, donner les mêmes résultats dans l'industrie des pâtes alimentaires.

Ayant fait le choix du blé, on transformera celui-ci en semoule par une mouture appropriée.

La mouture à cylindres remplaçant l'ancienne mouture à meules de laquelle il n'est, en général, plus question dans une installation nouvelle, emploie une série d'appareils :

Les broyeurs qui ouvrent et divisent les grains de blé ;
Les désagrégeurs qui curent les divisions (semoules) vêtues ;
Les convertisseurs qui écrasent les gruaux propres et très fins et les convertissent en farine.

Le but que l'on doit se proposer dans la mouture, c'est d'obtenir des semoules les plus grosses possible.

Celles-ci ont, en effet, une valeur commerciale d'autant plus grande que le grain en est plus gros ; la grosseur des grains et leur épuration ayant fait établir la classification suivante des semoules :

S.S.S. — S.S. — S.S.F. — S.F. — O.S.

Cette préférence s'explique par le fait que, dans un grain, l'amidon se trouve surtout à la partie centrale, alors que le gluten se localise plutôt dans les régions voisines de l'enveloppe. Or la partie voisine de l'enveloppe est, en général, la plus dure ce qui fait qu'au broyage c'est surtout celle-ci qui permet d'obtenir de grosses semoules. On devra donc s'efforcer de diviser le moins possible les semoules.

Pour cela il faudra un nombre de passages suffisant pour faire une mouture graduelle, sans échauffement et sans brusques variations qui n'auraient comme résultat qu'une augmentation de déchets, c'est-à-dire de farines.

En dehors des opérations ci-dessus, les semoules passent aux plansichters et aux diviseurs.

Les premiers de ces appareils font une première classification, laquelle est terminée par les diviseurs qui rangent alors les produits définitivement et envoient chacun d'eux aux sasseurs correspondants où la semoule, par suite d'une ventilation appropriée, est débarrassée des pellicules de son qui restent encore.

Une bonne mouture à cylindres de blés glacés d'Auvergne permet facilement d'obtenir un rendement global de 60 0/0 en semoules, les déchets étant de 20 0/0 de farine et 20 0/0 de son.

Si nous rapprochons, à titre de renseignement, ces derniers chiffres de ceux obtenus par procédés anciens, on trouve des différences très sensibles.

En effet, avec le procédé dit au tamis, on obtenait rarement un rendement en semoule supérieur à 35 ou 40 0/0. Avec les meules on arrive

péniblement à obtenir 50 0/0 de semoules propres à la fabrication des pâtes alimentaires, les déchets se composant de 30 0/0 de farine et 20 0/0 de son.

Si on examine les deux rendements ci-dessus, on remarque que le son reste dans les mêmes proportions, ce qui est normal, et, que seule la quantité de farine, dans le dernier cas, est plus importante. Or, le nombre de passages est toujours plus important dans une mouture à cylindres que dans une mouture à meules, ce qui montre bien le défaut signalé plus haut, à savoir : qu'un nombre trop limité de passages, même aux cylindres, donnerait une quantité de produits bas ou de farine trop grande.

Il a été dit plus haut que les pâtes alimentaires demandaient la plus grande proportion de gluten possible. Il est donc intéressant de se rendre compte si les déchets : farines et sons, contiennent encore une partie de celui-ci.

Si l'on prend, à cet effet, les études de Truchot, on trouve les résultats suivants obtenus en faisant des essais sur les blés de deux années consécutives :

	AZOTE POUR CENT			
	Blé entier.	Semoule.	Son.	Farine.
Blé d'Auvergne.	2,02	1,80	2,48	2,68
—	2,35	2,05	2,70	2,87

Une proportion importante de gluten va donc dans les déchets et il serait intéressant de voir s'il n'y aurait pas avantage à la conserver. Mais si on analyse le gluten de ces déchets, on s'aperçoit que celui-ci ne présente pas les propriétés d'élasticité qui lui sont indispensables. En outre, son aspect est grisâtre. Il a donc subi une dépréciation considérable qui le rend absolument impropre à l'usage désiré pour la fabrication des pâtes alimentaires.

Cela provient du fait des opérations énergiques qu'il a subies au cours des différentes opérations de broyage, désagrégeage et convertissage, ce qui semble prouver que même les méthodes de mouture employées actuellement demandent encore à être perfectionnées afin d'éviter cette altération du gluten.

Voyons maintenant quelles sont les différences, comme composition, entre les diverses semoules obtenues.

Si l'on se reporte aux études antérieures, l'analyse des semoules correspondantes aux blés dont il a été donné la composition ci-dessus donne :

	Eau.	Azote.	Azote dans le produit sec.	Gluten correspondant.	Cendres.	ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES Produits.	ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES Cendres.
Semoule S.S.S. d'Auvergne.	14,6	1,66	1,94	12,12	0,74	0,18	24
— S.S. d'Auvergne .	12	1,80	2,05	12,81	0,77	0,19	25
— d'Afrique S.S. . .	13,1	1,96	2,25	14	0,77	0,19	25
— Taganrog S.S. . .	10,75	1,95	2,18	13,62	0,82	0,20	24
— Taganrog O.S. . .	10,25	1,91	2,13	13,31	0,80	0,19	24

Il résulte de la comparaison de ces tableaux une confirmation de ce qui est dit précédemment, savoir : que la semoule contient une proportion moins importante de matières azotées que le blé, par suite de l'élimination de cet azote dans les farines et dans les sons. Ces derniers en contiennent environ 25 0/0 en plus que tout autre produit de la mouture.

Pâtes alimentaires. — La semoule étant obtenue, il faut maintenant la transformer en pâtes alimentaires.

On divise les opérations successives nécessaires pour cette fabrication en trois parties bien distinctes :

1° Pétrissage;
2° Moulage;
3° Séchage.

Pétrissage. — La semoule est additionnée de 15 à 25 0/0 d'eau, suivant sa provenance et l'emploi auquel elle est destinée. Elle subit alors, dans un mélangeur, une première opération appelée frasage, qui a pour objet d'humidifier chacun des grains de semoule afin qu'à la deuxième opération, qui est le pétrissage, ces différents grains se soudent ensemble et donnent une pâte très homogène.

Pour obtenir ce pétrissage, on reçoit la pâte frasée dans des cuves circulaires en bois ou en fonte, dans lesquelles tourne une meule verticale en marbre, en fonte évidée garnie intérieurement de béton, ou uniquement en fonte et le poids peut atteindre de 9 à 10.000 kilogrammes. Cette meule tourne dans la cuve et, par écrasement, rejette la pâte sur les côtés obligeant dans les anciens pétrins un ouvrier à ramener à chaque tour la pâte sur la course de la meule. Actuellement au moyen de couteaux et de charrues releveuses placés en arrière et de chaque côté de la meule, la pâte est ramenée sur la partie médiane et soumise, à chaque révolution, à l'action de la meule qui l'écrase. Suivant le poids de la meule, sa vitesse et la quantité de pâte pétrie, celle-ci pouvant atteindre jusqu'à 300 kilogrammes, la durée de pétrissage est plus ou moins grande.

Le poids de la meule est établi suivant la quantité de pâte à pétrir et, dans ces conditions, la durée du pétrissage varie de trente à quarante minutes.

L'eau servant au pétrissage est, en général, safranée dans une proportion plus ou moins grande, suivant les régions auxquelles les pâtes sont destinées. Il est assez curieux de remarquer que si, dans le nord-ouest, on préfère les pâtes blanches, dans le centre, on demande une teinte légèrement beurrée, dans le sud-ouest des pâtes jaune canari, et dans certaines colonies françaises, rouge tomate.

La pâte étant bien homogène est portée dans cylindre ou cloche d'une presse, soit à vis, soit hydraulique, ce dernier système étant actuellement le plus employé, par suite de sa souplesse à la manœuvre et de la pression

plus grande qu'il permet d'obtenir dans des conditions plus avantageuses. La section de la cloche est circulaire ou rectangulaire, variant entre 20 et 250 kilogrammes. Ces presses sont verticales pour les pâtes longues, vermicelle, macaroni, lazagnes et horizontales pour les petites pâtes (pâtes à potages).

A l'extrémité inférieure de la cloche, se trouve un moule en cuivre approprié à la forme de pâte à obtenir. Le piston comprimant la pâte sur le moule force celle-ci à le traverser et prendre la forme des perforations.

Pour le macaroni, nous aurons simplemeut un trou cylindrique, à l'intérieur duquel se trouve centré le piston ou petite tige également cylindrique. Cette tige peut être fixe ou mobile, ce dernier système permettant un nettoyage plus facile.

La pâte entre fendue dans l'espace annulaire, elle se soude lors de son passage dans la partie cylindrique et le tube de macaroni est formé.

Pour le vermicelle, les trous sont tronconiques, le plus petit diamètre étant à la sortie. L'épaisseur des moules est ordinairement de 30 millimètres, mais elle varie suivant la pression dont on dispose. Celle-ci pouvant atteindre 400 kilogrammes.

Les pâtes à potages s'obtiennent par les mêmes conditions, les orifices du moule variant suivant le dessin à obtenir.

La seule différence consiste dans le coupage des pâtes à la sortie :

Les pâtes longues (macaroni, vermicelle, etc.) sont reçues directement sur une planche verticale, laquelle tournant autour d'un axe fixé à la presse est ramenée horizontalement. Des couteaux circulaires coupent le macaroni rangé côte à côte sur des cartons qui sont interposés entre le couteau et la planche. Tandis que pour les pâtes à potages, un couteau ayant son axe au centre du moule tourne à des vitesses variables et coupe la pâte à sa sortie du moule.

Le macaroni et les petites pâtes obtenues comme ci-dessus sont directement portés aux étuves ou aux séchoirs suivant le cas. Le vermicelle, avant d'être séché, est mis en boucles, ce pliage étant obtenu, soit à la main, soit mécaniquement.

Le macaroni et le vermicelle contiennent une quantité importante d'humidité, dont il faut se débarrasser pour pouvoir les conserver sans qu'ils s'altèrent.

Pour cela, on les fait, pendant une durée de trois à huit jours, sécher dans des étuves chauffées de 25 à 50 degrés.

Ces étuves sont, en général, placées aux étages supérieurs; des élévateurs y transportent la marchandise.

Les pâtes doivent être séchées lentement dans une atmosphère d'une température bien constante et à l'abri de tout courant d'air qui les ferait fendre ou gercer. Ces inconvénients occasionnent une dépréciation

importante de ces produits qui sont alors vendus comme déchets, sous le nom de brisés.

Les séchoirs ou étendages doivent, néanmoins, être ventilés suffisamment afin d'éliminer l'humidité dégagée, sans cela, celle-ci aurait pour conséquence de faire moisir les pâtes, qui deviendraient alors impropres à la consommation.

Il faut que toute l'eau mélangée à la semoule soit évaporée et que les pâtes soient très sèches.

Il est à remarquer que les pâtes contiennent une proportion d'eau moindre que les semoules.

Pour s'en assurer, il suffit de se reporter au tableau ci-dessous :

	Eau.	Azote.	Azote dans le produit sec.	Gluten correspondant.	Cendres.	ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES Produits.	Cendres.
	—	—	—	—	—	—	—
Vermicelle d'Auvergne . .	9.6	1,95	2,15	13,43	0,79	0,19	24
Macaroni d'Auvergne . . .	9,25	1,98	2,18	13,62	0,79	0,19	24
Pâtes S.S. d'Auvergne. . .	9,25	1,65	1,82	11,37	0,78	0,19	24
— — Taganrog. . . .	9,5	1,75	1,93	12,05	0,80	0,19	24

Cette différence s'explique par le fait que les blés durs, pour être travaillés, doivent être lavés et mouillés. On les laisse ensuite reposer pendant plusieurs heures pendant lesquelles ils absorbent l'humidité.

A côté de l'emploi des étendages, pour le séchage des pâtes, il y a aussi un procédé breveté de séchage par ventilation et sans emploi de chaleur.

Les cartons sur lesquels sont disposées les pâtes, au lieu d'être portés sur des chassis étagés employant un espace considérable, sont placés par groupes de dix environ dans des tiroirs superposés dans des chariots de 2 mètres de haut sur $0^m,90$ de large. Avec cette disposition, l'emplacement nécessaire est réduit dans de grandes proportions.

En effet, si l'on prend comme unité une chambre de 2 mètres cubes, représentée par un prisme de 1 mètre carré de base et de 2 mètres de hauteur, dans le système des étendages, on peut sécher environ 30 kilogrammes, alors que le procédé breveté permet de sécher environ 400 kilogrammes, c'est-à-dire une quantité dix fois supérieure.

Ce mode de séchage, supprimant le chauffage, évite aussi les inconvénients que l'on éprouve par suite des variations très sensibles de celui-ci, variations qui ont pour résultat, dans les étendages, de faire fendre ou gercer les pâtes si des précautions journalières ne sont pas prises.

Étant donné l'espace considérable exigé pour les étendages, la main-d'œuvre nécessaire pour le transport des châssis aux étuves demande une manutention importante, ces châssis étant placés sur des étagères pouvant atteindre 5 mètres de hauteur.

Dans le système breveté, les chariots étant enfermés dans des étuves

situées à proximité des presses, la main-d'œuvre est facilitée car toutes les opérations de la fabrication se font au même étage.

Les étuves comportent à leur extrémité un ventilateur obligeant l'air à traverser les pâtes, le tube de macaroni étant tourné dans la direction du courant, il sèche par conséquent en même temps à l'extérieur. On évite ainsi toute inégalité de ventilation sur la surface de la pâte qui, dans le cas contraire, se briserait. L'humidité de l'air est enlevée en passant sur les matières desséchantes placées entre les chariots. La chambre de séchage étant entièrement fermée pendant le travail, le même air sert pendant toute la durée de l'opération.

Dans ces conditions, on arrive à sécher le vermicelle en dix heures environ et le macaroni en vingt-quatre heures au plus, c'est-à-dire dans un temps qui est le dixième environ de celui demandé par le séchage dans les étendages.

Cette différence de durée procure, d'un autre côté, un avantage considérable, le stock de marchandises pour assurer une marche continue étant diminué dans les mêmes proportions. En même temps la proportion de déchets devient presque nulle.

Si, à côté de ces nombreux avantages, on fait intervenir le coût de l'installation qui est très restreint comparativement à celui des étendages, il est certain que, dans toute usine nouvelle, l'emploi du nouveau procédé doit être envisagé.

M. Charles CHALON

Ingénieur, Directeur des usines de la Société de Bourdon.

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE DE L'IMPLANTATION DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE DANS LA LIMAGNE D'AUVERGNE

(Rapport présenté à la Section.)

— 5 août —

HISTORIQUE

L'industrie sucrière et, par conséquent, la culture de la betterave à sucre sont nées en Auvergne à peu près en même temps qu'elles s'implantaient définitivement dans le nord de la France ou très peu après.

C'est vers 1822-1825 que la nouvelle industrie prit définitivement un essor qui ne devait plus se ralentir dans les départements du Nord, de l'Aisne, aux environs de Paris, etc., et c'est probablement vers 1835 que les premières tentatives de culture et d'industrie sont faites en Auvergne.

Les terres profondes et fertiles de la Limagne, éminemment propres à la culture de la betterave, ne pouvaient, en effet, manquer d'attirer sur elles l'attention des personnes entreprenantes que la nouvelle industrie pouvait tenter.

C'est ainsi qu'on conserve encore dans la Limagne le souvenir des sucreries Rivet à Aulnat, Lacroix à Palport, Rampaud à Saint-Blaize, Dureau à Sarlièves, Herbet à Bourdon même, etc., petits établissements venus plus ou moins tôt et dont la plupart constituaient plutôt des tentatives d'usines que des usines même.

Le développement de l'industrie sucrière, si actif à cette époque dans le nord de la France, était entravé dans la Limagne par des difficultés culturales tout à fait spéciales.

Dans cette région très fertile, le sol est divisé à l'extrême, les parcelles de terre ont une étendue qui, en moyenne, ne dépasse pas 30 ares.

Les fermes ont, en général, une superficie très restreinte, variant de 10 à 30 hectares.

Ce qui domine, ce sont les petites exploitations agricoles atteignant à peine 5 hectares et dont l'organisation culturale est essentiellement familiale.

On conçoit qu'avec une pareille division du sol, l'application des procédés économiques de culture soit rendue difficile, et les progrès actuellement réalisés ont été obtenus très lentement.

A l'époque où l'industrie sucrière tentait de s'implanter dans la Limagne, les instruments agricoles employés y étaient peu nombreux et très défectueux. La terre était labourée avec des araires ou le plus généralement bêchée. La culture de la betterave à sucre, qui demande des soins nombreux, ne pouvait donc se faire dans des conditions favorables à son développement.

Le duc de Morny, qui était alors fixé dans le département du Puy-de-Dôme, résolut de modifier l'état de choses existant et dirigea toute son activité et ses efforts vers l'implantation de la culture de la betterave à sucre dans la Limagne.

Il était un des plus ardents partisans de la fabrication du sucre de betterave et, en suivant dans le nord de la France les progrès de cette nouvelle industrie, il avait compris immédiatement les avantages considérables que la Limagne pouvait en retirer.

Il se mit à l'œuvre et, vers 1850, créa l'établissement de Bourdon. Pour en assurer la prospérité, il y annexa une vaste exploitation agricole comprenant plus de 2.000 hectares de terre répartis entre soixante-dix fermes environ.

Puis, en 1852, alors qu'il était attiré par un horizon politique inattendu, il apporta à une Société formée entre lui et MM. Herbet et Hamoir, l'industrie qu'il venait de créer et qui, dès 1853, fonctionna sous la raison sociale Herbet et Cie.

Dès sa fondation, c'est-à-dire en 1852, l'usine de Bourdon qui, à cette époque, était la plus importante de France, fut dotée des procédés de fabrication les plus hardis et les plus perfectionnés.

Les betteraves, dans les autres usines de France, étaient mises en œuvre immédiatement après leur arrachage et le plus rapidement possible, afin d'éviter leur altération.

La durée du travail ne dépassait pas trois mois, puis l'usine restait en chômage jusqu'à la récolte suivante.

Pour obvier à cet inconvénient, les savants et les industriels cherchaient des procédés de préparation de la betterave assurant sa conservation et permettant d'en répartir la mise en œuvre sur l'année entière. Les avantages de ce mode de fabrication devaient, en outre, avoir pour conséquence de diminuer considérablement l'importance des usines qui, au lieu de fonctionner pendant trois

mois pour travailler une récolte, pourraient y consacrer un temps quatre fois plus grand.

Un procédé répondant à ce desideratum et imaginé par trois ingénieurs de Valenciennes, MM. Serret, Hamoir et Duquesne, dont l'un, M. Hamoir, était membre de la Société de Morny, fut proposé à celle-ci et accepté.

Il consistait à couper en lamelles ou cossettes les betteraves fraîchement arrachées, puis à les faire sécher dans des tourailles spéciales.

Les cossettes ainsi séchées se conservaient très longtemps et étaient ensuite épuisées du sucre qu'elles contenaient par un procédé de diffusion imaginé par M. Schützenbach, ingénieur-chimiste autrichien.

Pour appliquer ce procédé, la Société de Morny construisit des usines de séchage ou tourailles convenablement réparties sur son territoire betteravier. Il y en eut six situées à Saint-Beauzire, Chappes, Chagnat, Les Martres d'Artières, Bouzel et Saint-Blaize.

Presqu'en même temps, la même Société créa à Pagnan et à Idogne des distilleries agricoles mettant en œuvre les betteraves de ces régions, mais qui furent bientôt transformées pour concourir au développement de la fabrication du sucre.

L'entreprise, dans son ensemble, organisée comme il vient d'être dit, était vaste ; elle comprenait de nombreuses et importantes exploitations agricoles, des tourailles pour le séchage des cossettes de betteraves, puis enfin l'établissement de Bourdon où s'effectuait le travail de ces cossettes.

L'Établissement de Bourdon se composait :

D'abord d'une usine ayant pour objet l'extraction du sucre des cossettes séchées ;

D'une autre usine dans laquelle le sucre extrait des cossettes était raffiné et mis en pains ;

Enfin, d'une distillerie d'alcool dans laquelle étaient travaillés les résidus alcoolisables des fabrications précédentes.

Par cette vaste organisation, et sous l'impulsion donnée par la Société de Morny, la culture de la betterave se développa rapidement.

Les récoltes qui, en 1855, atteignaient à peine 24.000 tonnes, s'élevaient à 64.000 tonnes en 1860, puis à 71.000 tonnes en 1865, pour atteindre quelques années plus tard 100 et 120.000 tonnes.

Et ce développement rapide de la culture betteravière eut pour conséquence celui de la prospérité agricole dans la région.

Malheureusement, le procédé de fabrication employé pour le travail des betteraves était loin de répondre aux espérances que l'on avait conçues.

La dessiccation des cossettes fraîches par les moyens dont on disposait, était, au dire de Mathieu de Dombasle, plus coûteuse que la fabrication du sucre tout entière dans les autres usines du nord de la France.

A ces frais de dessiccation il fallait ajouter ceux afférents à l'extraction du sucre des cossettes, et les dépenses totales étaient telles que, malgré le prix de vente très élevé du sucre obtenu, les pertes étaient énormes.

Il fallut abandonner ce procédé séduisant de dessiccation des betteraves fraîches qui permettait l'extraction du sucre pendant toute l'année et revenir aux procédés plus simples employés dans les autres usines, c'est-à-dire procéder rapidement à l'extraction du sucre au fur et à mesure de l'arrachage des betteraves.

La Société Herbet et C^ie^ fut dissoute et remplacée par une autre dont le principal intéressé était encore le duc de Morny.

La gérance de cette nouvelle Société fut confiée à M. Meinadier, ancien préfet du Puy-de-Dôme et ami personnel du duc de Morny.

Les sécheries ou tourailles de Saint-Beauzire, Chappes et Chagnat furent transformées en fabriques de sucre, et les autres sécheries des Martres, Bouzel et Saint-Blaize continuèrent à fonctionner pour contribuer à l'alimentation de la sucrerie de Bourdon.

Cette nouvelle organisation n'eut pas plus de succès que la précédente, et, en 1866, la liquidation de la Société Meinadier et Cie s'imposa.

Depuis l'origine, c'est-à-dire depuis 1850 jusqu'à 1866, les dépenses faites pour l'implantation de la culture de la betterave et de la fabrication du sucre en Limagne ont atteint des sommes énormes.

Les pertes subies par les deux Sociétés qui se sont succédé jusqu'en 1866 se sont élevées à plus de 30 millions.

Mais, quoi qu'il en soit, et en ne considérant que les intérêts agricoles de la région betteravière de la Limagne, il reste de ces coûteuses et malheureuses entreprises les usines importantes qui ont été créées et dont le fonctionnement entretient actuellement la culture de la betterave à sucre, plante si indispensable à l'assolement des terres de cette riche et fertile contrée.

Ce fonctionnement, malgré les insuccès retentissants des deux premières Sociétés créées sous les auspices du duc de Morny, n'a pas été interrompu ; une troisième Société s'est fondée en 1866 ; c'est la Société actuelle, dite Société de Bourdon.

Ses premières années se sont ressenties des vicissitudes de ses devancières, mais elle n'a pas tardé à triompher des difficultés qui entravaient sa marche, et, depuis longtemps, son état de prospérité est solidement établi.

Pour arriver à ce résultat, de grands efforts ont été faits aussi bien par les Administrateurs dont la gestion fut toujours active et prudente, que par le personnel qui leur apporta sa collaboration dévouée.

De 1866 à 1878, la Société a été dirigée d'abord par M. Juette, ingénieur-chimiste, ancien élève de l'École normale supérieure, puis par M. Mérijot, ingénieur distingué des Manufactures de l'Etat.

Depuis, la direction de la Société a été confiée à M. E. Boire, ingénieur civil et Administrateur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Et l'auteur de la présente note, attaché au service technique de la Société depuis 1880, d'abord comme chef de fabrication, puis comme directeur-adjoint des usines, est depuis plus de dix ans directeur de l'ensemble des établissements de la Société.

ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE EN AUVERGNE

Cette industrie n'est représentée que par les établissements de la Société actuelle de Bourdon.

Ces établissements comprennent :

1° A Bourdon une importante usine qui se compose d'abord d'une fabrique de sucre granulé, d'une fabrique de sucre préparé en morceaux réguliers, et ensuite d'une distillerie d'alcool outillée pour travailler les résidus alcoolisables des sucreries de la Société et aussi les topinambours, pommes de terre, grains, betteraves, etc.

2° A Saint-Beauzire et à Chappes, deux sucreries dans lesquelles on ne pro-

duit que du sucre granulé. Les résidus alcoolisables sont envoyés à la distillerie de Bourdon.

3° Trois exploitations agricoles ou fermes situées dans la région des usines, à Bourdon, Marmilhat et Palbost, et formant ensemble une superficie d'environ 220 hectares.

Les sucreries sont munies d'un outillage perfectionné.

Leurs produits en sucre granulé sont recherchés pour la confiserie, la fabrication des sirops et des liqueurs fines.

Elles peuvent mettre en œuvre environ et au moins 1.100 tonnes de betteraves par jour et, suivant la durée totale du travail, elles suffisent à une récolte d'environ 120.000 tonnes de betteraves riches en sucre.

La distillerie de Bourdon produit quotidiennement 120 hectolitres d'alcool à 90 degrés en traitant des betteraves ou d'autres produits alcoolisables et notamment les mélasses ou résidus sucrés de la fabrication du sucre.

Cette distillation des mélasses donne à son tour, comme résidus, des matières minérales et principalement des sels de potasse qui font retour à la terre comme engrais.

L'alimentation des sucreries en betteraves est assurée par les cultivateurs de la région qui, chaque année, consacrent à cette culture des superficies plus ou moins étendues et qui se sont élevées, certaines années, à 4.000 hectares, y compris les cultures des fermes de la Société.

Le sol étant très divisé et l'importance des exploitations agricoles étant très faible, le nombre des cultivateurs concourant à l'alimentation des sucreries est considérable.

La superficie moyenne cultivée par chaque cultivateur est de 55 à 60 ares, de sorte que, pour une étendue de 4.000 hectares consacrés à la betterave, il faut environ 6.500 à 7.000 cultivateurs.

Les cultivateurs faisant moins de 50 ares en betteraves divisés eux-mêmes en deux parcelles environ, sont les plus nombreux.

Il y en a 750 pour 1.000 faisant moins de 50 ares.
— 200 — de 50 ares à 1 hectare.
— 50 — de 1 à 10 hectares.

Cet état de choses très défavorable à l'alimentation économique des sucreries est la conséquence de la division du sol qui est plus grande en Limagne que dans aucun autre pays.

Les exploitations agricoles de la Société n'apportent qu'un très faible appoint à l'alimentation des sucreries.

Elles ont à remplir un rôle plus important dans tout ce qui concerne l'agriculture. Ces fermes, dotées des instruments agricoles les plus perfectionnés, sont exploitées pour servir de modèle et de type aux cultivateurs qui peuvent se rendre compte des méthodes suivies par la Société de Bourdon pour régler les assolements et pour assurer le meilleur rendement des terres.

Dans chaque ferme, il y a des parcelles assez étendues consacrées à des essais de culture et à des démonstrations culturales. Ces essais et ces démonstrations font ressortir, aussi bien pour les céréales que pour les betteraves, les semences à choisir, les meilleures époques des semailles, les meilleurs engrais à employer, etc., etc., et, en général, tout ce qui peut concourir à la connaissance plus étendue et plus approfondie des besoins des plantes cultivées.

Quelquefois, ces démonstrations culturales se font dans une terre des cultivateurs choisie par eux et sont organisées de telle sorte que la terre étant divisée en deux parties égales, l'une est travaillée par le cultivateur à son gré et comme il l'entend, tandis que l'autre partie est cultivée par les soins de la Société de Bourdon.

Au moment de la récolte, la comparaison des résultats obtenus fait ressortir ce qui milite en faveur de l'une ou de l'autre partie de la terre.

Dans ces mêmes exploitations agricoles de la Société, il est produit des blés de semence ; il est produit également des graines de betteraves qui, par des sélections successives, sont non seulement acclimatées dans le pays, mais assurent des récoltes meilleures que celles à espérer des graines achetées au dehors.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ASSOLEMENT DES TERRES DE LA LIMAGNE ET SUR LA PLACE QUI Y EST OCCUPÉE PAR LA BETTERAVE A SUCRE

Le sol fertile de la Limagne est abondamment pourvu des éléments qui concourent le plus généralement à la formation des plantes, et il peut le plus souvent, étant convenablement cultivé, produire des récoltes importantes sans qu'il soit indispensable d'y employer d'autres fumures que le fumier de ferme et les engrais verts, très en usage, complétés quelquefois par un apport modéré de nitrate de soude ou de sulfate d'ammoniaque.

C'est cette faculté des terres de la Limagne de produire, sans le secours des engrais chimiques employés, ailleurs, en grande quantité, de bonnes récoltes se rapprochant de celles qu'on obtient dans les départements du Nord et de l'Aisne par exemple, qui constitue la haute valeur de ces terres et explique leur prix de fermage très élevé qui atteint souvent 250 francs par hectare.

En raison même de leur fertilité naturelle, les terres de la Limagne sont très salissantes ; en même temps que les récoltes, les plantes adventices s'y développent abondamment et se substitueraient même bien vite à la plante cultivée, si l'on n'y prenait garde. Les frais de nettoyage du sol sont élevés et le seraient beaucoup plus encore, si l'on ne faisait intervenir dans l'assolement une plante sarclée qui contribue à ce nettoyage du sol tout en ameublissant, non pas la couche arable qui a quelquefois jusqu'à deux mètres et plus d'épaisseur, mais la couche cultivée.

L'assolement généralement suivi est biennal et comprend une plante sarclée suivie d'une céréale, du blé le plus souvent. Quand les terres sont restées pendant cinq ou six ans dans cet assolement, elles en sortent pour être ensemencées en prairies artificielles et y font retour après deux ou trois ans.

Parmi les plantes sarclées entrant dans l'assolement, les cultivateurs préfèrent les betteraves et les pommes de terre, et ils choisissent celle de ces deux plantes qui, suivant les circonstances, paraît leur assurer la meilleure rémunération.

Les pommes de terre exigent moins de façons que les betteraves; mais, comme elles ne se développent qu'à la surface du sol, elles ne l'ameublissent qu'à une faible profondeur. Leur prix de vente, plus ou moins rémunérateur, n'est connu des cultivateurs qu'au moment des arrachages et dépend de l'offre et de la demande. C'est un aléa à courir.

Les arrachages étant effectués, les pommes de terre sont livrées à la consommation et ne laissent à la ferme que des résidus de récolte très peu importants.

Les betteraves étant très pivotantes ameublissent le sol profondément et le rendent plus apte à conserver des réserves d'eau si nécessaires aux plantes.

Elles exigent plus de façons que les pommes de terre.

D'autre part, les sarclages et les binages fréquents nécessaires au développement de la betterave triturent le sol et favorisent la nitrification de l'azote qu'il contient.

Il est reconnu que les blés suivant les betteraves dans l'assolement donnent des récoltes supérieures en quantité et en qualité à celle des blés qui suivent les pommes de terre.

De sorte que si les façons données à la betterave sont plus coûteuses que celles données à la pomme de terre, le cultivateur en est largement dédommagé par un meilleur rendement du blé qui suit la plante sarclée.

D'autre part, les betteraves, au moment de leur arrachage, laissent sur le champ des collets et un feuillage abondant d'une valeur importante et qui peuvent être utilisés soit comme engrais, soit pour la nourriture du bétail.

D'autre part encore, les betteraves livrées aux usines assurent, en retour, des pulpes représentant environ la moitié de leur poids et qui sont un aliment précieux pour les animaux de ferme.

A l'encontre des pommes de terre dont le prix de vente n'est déterminé qu'au moment des arrachages et dépend de la situation générale de la récolte en France, le prix de vente des betteraves est fixé, d'après le cours du sucre et avant les ensemencements, par l'établissement industriel qui en prendra livraison. Le cultivateur sait à quoi s'en tenir et ne court aucun aléa pour la vente de sa récolte.

La rémunération de la culture betteravière, ainsi déterminée par le cours du sucre, se trouve donc liée intimement à l'état de prospérité de l'industrie sucrière.

Enfin, au point de vue de l'économie générale des exploitations agricoles, les betteraves étant mises en œuvre pendant l'hiver facilitent l'emploi dans les usines de la main-d'œuvre inutilisée dans les champs, par suite du chômage des travaux agricoles, comme aussi elles facilitent l'emploi des attelages inutilisés pour le même motif.

C'est pour toutes ces raisons que, dans les pays où la betterave peut être cultivée, les lois ont accordé de nombreux avantages à l'industrie sucrière qui en est le seul débouché. L'extension de la culture de la betterave a sa répercussion sur la prospérité agricole, et l'Allemagne, qui a été une des premières nations à se rendre compte de ce que l'agriculture pouvait retirer de la culture betteravière, en a, par une législation habile, favorisé le développement à un tel degré qu'aujourd'hui ce pays cultive, à lui seul, une superficie représentant près de la moitié des terres ensemencées en betteraves dans l'Europe entière.

Il n'est donc pas surprenant que la betterave à sucre ait constamment occupé une place très importante dans la Limagne habitée par une population rurale intelligente, laborieuse et très entendue à ses propres intérêts.

PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CULTURE DE LA BETTERAVE

On conçoit aisément que, si les betteraves livrées à l'usine contiennent un jus riche en sucre, chargé le moins possible de matières minérales et de matières organiques, leur mise en œuvre s'effectue facilement, et le prix de revient du travail effectué pour en extraire le sucre est d'autant plus faible.

C'est pourquoi il est permis d'affirmer que, si la prospérité de la culture betteravière est intimement liée à celle de l'industrie sucrière, celle-ci est également intimement liée aux progrès de la culture betteravière.

Depuis de nombreuses années, la Société de Bourdon et les agriculteurs de la Limagne ont rivalisé d'efforts et de soins pour réaliser chacun de leur côté les progrès actuellement acquis.

Ces progrès culturaux sont considérables. Ils sont dus non seulement au savoir et au labeur du cultivateur, mais aussi aux méthodes culturales introduites dans la Limagne, à la suite des observations faites dans les champs d'expériences des exploitations agricoles de la Société.

La direction scientifique de ces champs d'expériences a été pendant plusieurs années confiée d'abord à M. Aimé Girard et, après lui, à M. Dehérain, Membres de l'Institut l'un et l'autre.

Leurs observations sont relatées dans des mémoires présentés par eux à l'Académie des Sciences et dans le savant *Traité de Chimie agricole* de M. Dehérain.

Elles ont trait au choix des semences, à la fonction de la chlorophylle des feuilles au point de vue de l'élaboration du sucre, à la fixation de l'azote atmosphérique par diverses légumineuses destinées à former des engrais verts, à la fixation et à la nitrification de l'azote atmosphérique dans des terres maintenues humides et triturées, et d'une manière générale au choix des engrais.

Elles ont trait également aux effets du drainage au double point de vue de l'assainissement des terres et du dosage des déperditions d'azote nitrique par l'eau écoulée.

D'autre part, la production des semences de betteraves sélectionnées et améliorées dans les exploitations agricoles de la Société a contribué, avec les résultats acquis dans les champs d'expériences et qui ont pu être transportés dans la pratique agricole, à améliorer considérablement la culture et la qualité de la betterave.

C'est ainsi que les betteraves récoltées en suivant les anciennes méthodes contenaient à peine 10 0/0 de sucre, tandis que depuis longtemps et grâce aux améliorations culturales et au choix des semences, elles en contiennent environ 15 0/0.

PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA FABRICATION DU SUCRE

Les progrès réalisés dans l'extraction du sucre, favorisés par la mise en œuvre de betteraves de haute richesse saccharine, ont été plus considérables encore que les progrès agricoles.

En 1876, époque de la précédente réunion à Clermont-Ferrand de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, les betteraves étaient râpées. Le jus était ensuite extrait à l'aide de presses hydrauliques et ce jus, soumis aux opérations ordinaires de l'épuration calcique et de l'évaporation, donnait un sucre de qualité médiocre et représentant en poids environ 50 0/0 de celui que contenaient les betteraves ; la fabrication avait pour résidus des mélasses décelant environ 20 0/0 du sucre primitif et le surplus, c'est-à-dire 30 0/0 de ce sucre primitif, était perdu dans les pulpes et aux différentes étapes de la fabrication.

Il fallait environ 2.000 kilogrammes de betteraves pour produire 100 kilogrammes de sucre.

Ce sucre ne pouvait être utilisé qu'après avoir été raffiné.

Un peu plus tard, vers 1878, les presses hydrauliques furent remplacées par des presses continues. C'était une amélioration, mais insuffisante pour augmenter sensiblement le rendement du travail.

Quelques années après, vers 1880, un autre procédé d'extraction du jus fit son apparition en Allemagne et en Autriche. Il consiste à couper les betteraves en cossettes que l'on soumet immédiatement, dans une série de vases spéciaux, à un lavage méthodique. Ce procédé connu sous le nom

de diffusion permet d'extraire beaucoup plus économiquement et beaucoup plus complètement le jus contenu dans les betteraves.

Les avantages considérables qu'il présente sur les autres procédés en usage le firent adopter en France où il se généralisa rapidement (comme il l'était déjà dans les autres pays) sous l'influence de la législation sucrière de 1884 qui incitait les fabricants à ne travailler que des betteraves riches et à extraire, autant que possible, tout le sucre qu'elles contiennent.

En même temps que les procédés d'extraction du jus recevaient des améliorations très importantes, les méthodes suivies pour l'épuration, la formation des sirops et leur cristallisation, se perfectionnaient considérablement. D'autre part, un emploi meilleur et plus judicieux de la vapeur diminuait le poids de charbon nécessaire au travail.

Les progrès réalisés dans la culture et la production des betteraves riches, ainsi que dans leur mise en œuvre à l'usine, permettent de produire 100 kilogrammes de sucre cristallisé de belle qualité avec 800 kilogrammes de betteraves environ au lieu de 2.000 kilogrammes, qu'il fallait employer en 1876.

D'autre part, la dépense de charbon, qui était d'environ 300 kilogrammes en 1876 par 100 kilogrammes de sucre, est actuellement de 75 à 80 kilogrammes au maximun.

Tous ces perfectionnements ont eu pour conséquence un abaissement considérable du prix de revient du sucre, dont le prix de vente, qui en 1876 était de 66 francs, est actuellement de 30 francs environ non compris, bien entendu, les droits fiscaux.

La Société de Bourdon s'est hâtée d'apporter dans ses usines les perfectionnements réalisés, et elle a été l'une des premières en France à les appliquer.

La présente Note fait ressortir les différentes phases de la naissance et du développement de la culture betteravière et de l'industrie sucrière dans la Limagne, ainsi que les difficultés et les sacrifices considérables auxquels il a fallu faire face pour conserver cette industrie.

Elle fait également ressortir les progrès réalisés dans la culture et dans les procédés de fabrication employés dans les usines de la Société de Bourdon, progrès qui ont contribué puissament à leur prospérité.

Il ressort aussi de la présente Note que l'outillage complet de ces usines permet d'extraire en produits commerciaux la presque totalité de la saccharose des betteraves sous forme de sucre ou d'alcool et de ne laisser perdre aucun résidu sucré.

Tout le surplus des betteraves, c'est-à-dire les feuilles, les collets, (déchets de la culture), les pulpes et les matières minérales (qui forment les principaux résidus de la fabrication), y compris même les résidus de

l'épuration calcique des jus, sont recueillis pour faire retour à l'étable ou à la terre.

Et si l'on tient compte que la saccharose des betteraves provient uniquement des éléments de l'atmosphère, on reconnait bien vite que la fabrication, dans ses grandes lignes, a pour résultat de transformer en produits commerciaux (sucre et alcool) les éléments puisés par les betteraves dans l'air atmosphérique et de rendre au sol, directement ou indirectement tout ce que ces betteraves y ont puisé pour leur constitution.

A ce point de vue, il est permis d'affirmer qu'aucune autre industrie agricole ne ménage aussi complètement les éléments constitutifs du sol.

C'est pour l'ensemble de ces raisons que l'industrie betteravière occupe une si grande place dans l'agriculture.

Discussion. — M. Heim loue hautement l'exemple donné par la Société de Bourdon, qui a si grandement facilité les recherches expérimentales classiques de Aimé Girard et Dehérain, en particulier sur la betterave.

M. Blaringhem rappelle la possibilité d'utiliser une matière alcoolisable autre que la betterave, savoir : le maïs.

M. Chalon indique l'éloignement de l'usine des ports d'approvisionnement qui reçoivent du maïs. Il ne croit pas qu'il soit avantageux à Bourdon de distiller des grains.

M. Gillin s'associe aux éloges décernés par M. le Président au rapporteur et signale aux Congressistes tout l'intérêt qui s'attache pour eux à la visite des fermes de Marmignat et Palbost de la Société de Bourdon, deux véritables fermes expérimentales, notamment pour le blé et la betterave à sucre.

M. R. CHAVASTELON

POMMES D'AUVERGNE ET POMMES A CIDRE DE NORMANDIE CULTIVÉES EN AUVERGNE

— 6 août —

La variété cultivée de préférence dans les vergers de notre région est la reinette Canada qui y donne des fruits excellents, de belle venue, dont la réputation est bien connue.

Cette pomme est vendue comme fruit de table ou à couteau. On la cueille avec soin, à la main, et on la livre au commerce après un triage assez méticuleux.

Le rebut et les pommes tombées spontanément sont utilisés pour l'alimentation du bétail ou, en mélange avec d'autres variétés, pour la fabrication du cidre de famille.

L'exploitation de ces dernières, dont quelques-unes donnent des fruits

de conserve, est relativement faible vis-à-vis de celle de la reinette Canada, surtout dans la plaine.

M. Giraudon, propriétaire à Perrier, près d'Issoire, a eu l'amabilité de m'adresser un certain nombre de variétés récoltées par lui.

D'autre part, M. le Dr Paujollas, qui a planté à Pontgibaud des variétés normandes, à cidre, a bien voulu me procurer quelques échantillons dont le poids était trop faible pour qu'il fût possible de mesurer le rendement en vue de le comparer à celui des fruits d'Auvergne.

Nous espérons qu'une occasion se présentera d'étendre ces analyses à toutes les variétés cultivées, même accidentellement, dans notre région afin de pouvoir faire un travail d'ensemble d'où découleront des conclusions intéressantes au point de vue des variétés à multiplier, sinon en plaine, du moins dans la montagne.

Dans le tableau ci-dessous, les résultats de l'analyse sont rapportés à un litre de moût de pommes :

Variétés.	Sucre total. — grammes.	Acidité totale (en acide sulfurique). — grammes.	Tannin. — grammes.
Reinette Canada	129,87	3,72	1,26
— blanche (Cartaud)	151,51	5,20	1,44
— grise	129,85	4,35	1,40
Conté.	113,48	3,84	1,03
Barbarie	140,84	5,78	1,08
Grand'mère	140,70	3,70	1,00
Vergée rouge	117,65	3,23	1,62
De Normandie :			
Bédan	133,30	2,18	2,34
Fréquin de Chartres . .	113,00	1,35	2,70
— blanc	132,20	1,40	5,04
— rouge	143,00	3,05	5,94
Belle des Aleuds. . . .	147,10	5,24	3,06

On voit que la richesse en sucre de nos pommes est la même que celle des pommes à cidre de Normandie.

Les pommes d'Auvergne sont beaucoup plus acides, en général, que les pommes normandes, mais beaucoup moins riches en tannin que ces dernières, où l'on a dosé 6 grammes par litre de jus.

Mais il apparait qu'un mélange judicieux des différentes qualités aurait, au point de vue de leur transformation en cidre, pour conséquence d'augmenter, par les pommes normandes, le tannin et par les pommes locales, de relever l'acidité.

Le relèvement de l'acidité serait favorable à la fermentation, celui du tannin assurerait au produit fini une meilleure tenue et une conservation moins aléatoire.

Les pommes normandes communiqueraient, en outre, au cidre un bou-

quet que n'ont pas au même degré les fruits d'Auvergne. Il ne faut point songer à remplacer dans le cidre fait avec les variétés que l'on rencontre dans la région, le tannin des pommes par un tannin quelconque, car durant le râpage ou le broyage et la pression, le jus a dissous assez de fer pour donner, avec le tannin surajouté, une coloration noire qui déprécie complètement le cidre.

M. D. LAYÉ

Professeur départemental d'Arboriculture, Directeur du Jardin des Plantes (Clermond-Ferrand).

LA CULTURE FRUITIÈRE EN AUVERGNE (1)

— 6 août —

La configuration du département du Puy-de-Dôme ne permet pas de faire la culture des arbres fruitiers sur toute la surface de son territoire : les hauts sommets de ses montagnes sont le plus souvent impropres à toute végétation arbustive et les immenses étendues des plateaux, situés à plus de 700 mètres d'altitude, ont encore un climat trop rigoureux. La superbe plaine de la Limagne elle-même ne convient pas à la culture fruitière commerciale : trop largement ouverte, elle est trop battue des vents et son sol est d'une humidité surabondante, stagnante, pendant une trop grande partie de l'année pour que la plupart des arbres fruitiers s'y comportent bien.

Il n'y a que sur les flancs des bas-coteaux qui entourent la grande plaine que cette culture peut trouver des conditions de bonne réussite : elle ne peut donc occuper qu'une étendue assez restreinte ; et encore ne donne-t-elle pas les mêmes résultats sur tous les points paraissant posséder le même climat. Notre Limagne est bordée par des chaînes de montagnes au pied desquelles coulent : à l'Ouest, la rivière l'Allier ; à l'Est, la Dore, chacune recevant pour affluents des ruisseaux descendant des montagnes dans des vallons resserrés. On pourrait croire que, dans toutes ces petites vallées secondaires, au sol frais bien abritées des vents, la culture des arbres fruitiers doive être également favorisée et lucrative. Il n'en est rien car la différence est considérable entre la qualité et la valeur marchande de ses produits sur les bords de l'Allier et sur les bords de la Dore. C'est que l'exposition et le qualité du sol sont également très différentes.

Dans la région de la Dore, les coteaux, tous exposés à l'Ouest, sont toujours battus par de grands vents, et le sol, invariablement d'origine granitique, plus ou moins argileux ou sableux, pauvre et peu épais, repose sur

(1) Rapport présenté à la Section.

un sous-sol toujours imperméable, humide et froid, La plupart des arbres fruitiers, ne trouvant pas dans le terrain les éléments nécessaires à une bonne végétation et à une bonne production, s'y comportent généralement mal ; ils n'y réussissent qu'autant qu'ils reçoivent des soins spéciaux, plus ou moins onéreux et réduisant les bénéfices de la culture, qui est dans cette région plus intéressante au point de vue économique qu'au point de vue commercial.

Mais, vers la rivière l'Allier, la culture fruitière rencontre des conditions qui lui sont extrêmement favorables, et, bien que restreinte sur une surface de quelques milliers d'hectares, elle permet au département du Puy-de-Dôme d'occuper le premier rang dans la production française des pommes à couteau.

Nous trouverons maintenant des coteaux bien exposés à l'Est, à l'abri des vents dominants, au sol de composition variée, riche, presque toujours profond et sain. Les ruisseaux affluents de l'Allier sont formés par des eaux qui ont coulé sur des terrains granitiques, calcaires, basaltiques, et qui charrient des détritus de ces trois roches; ces matériaux, roulés ensemble par le courant, complètement mélangés, arrivent au fond des vallées pour y former des alluvions d'une grande fertilité toujours entretenue par de nouveaux apports, sous forme d'irrigations aussi faciles qu'abondantes.

Sur toute la rive gauche de l'Allier, depuis Brassac jusqu'à Riom, nous rencontrerons des pommiers plantés dans toutes les prairies irrigables, formant des vergers très productifs. Leur rendement, dans certaines bonnes années, s'est élevé à 12 millions de kilogrammes de pommes, vendues 20 francs le quintal métrique, soit pour une somme de 2 millions et demi environ. Cette production n'est pas toujours aussi élevée, mais il convient de remarquer que, dans les années où elle diminue, le prix de vente s'élève (on a pu le voir arriver, l'an passé par exemple, au chiffre de 50 francs). En réalité, le prix de vente moyen de nos pommes est de 28 francs le quintal métrique, soit 14 francs le quintal d'Auvergne, qui est de 100 livres et non de 100 kilogrammes.

D'après la statistique agricole publiée par le Ministère de l'Agriculture, le Puy-de-Dôme a produit en 1906 : 9.201.100 kilogrammes de pommes à 28 francs les 100 kilogrammes, soit pour une somme de 2.576.308 francs, c'est-à-dire la neuvième partie de la production totale en France, s'élevant à 25.293.781 francs.

Le département qui nous suit le plus près, la Seine, produit surtout des fruits de luxe atteignant le prix énorme de 160 francs les 100 kilogrammes et n'arrive qu'avec une production estimée à 1.302.720 francs. Puis viennent Seine-et-Oise pour 1.197.440 francs avec des fruits un peu inférieurs à 20 francs les 100 kilogrammes, Seine-et-Marne (1.048.212 francs

à 22 francs les 100 kilogrammes), Hautes-Alpes, pour 1.132.740 francs en beaux fruits estimés à 60 francs les 100 kilogrammes.

Depuis des temps très reculés, les pommes d'Auvergne sont connues et recherchées sur le marché de Paris, bien que ce soit surtout sous le nom de pommes de Toulouse. Autrefois, on les y transportait par bateaux qui allaient s'amarrer au quai de l'Hôtel-de-Ville ; après l'hiver, quand la vente était terminée, les bateaux étaient démontés et vendus comme bois de chauffage, et les propriétaires regagnaient l'Auvergne par différents moyens, pour s'occuper de construire de nouveaux bateaux, en vue de la prochaine récolte. Ce procédé de transport était économique, mais long et difficile, car l'Allier manquait souvent d'eau. Les chemins de fer ne tardèrent pas à être utilisés, et c'est en 1865 que partit de Pont-du-Château le dernier bateau de pommes à destination de Paris.

Cependant, les bateaux pour fruits ne disparurent pas, car les marchands faisant le commerce des pommes savaient par expérience qu'elles se conservaient mieux et perdaient moins de poids là que partout ailleurs.

Les fruits sont, depuis, transportés par chemin de fer d'Auvergne à Montargis ou Charenton pour être embarqués sur des bateaux que l'on va amarrer au quai de l'Hôtel-de-Ville, où se tient le marché en gros des fruits d'hiver. Encore en 1896, 70 bateaux chargés à 60.000 kilogrammes chacun y étaient réunis et, sur ce nombre, 30 venaient d'Auvergne !

Le Service de la Navigation de la Seine tendant à réduire constamment l'emplacement accordé à leur remisage, et d'autre part les moyens de transport et de conservation des fruits se perfectionnant sans cesse, bientôt ces bateaux disparaitront tous.

Toute notre production est achetée par quelques marchands en gros, qui chargent chacun plusieurs centaines de wagons de fruits chaque année. Les noms de MM. Baudin, aux Martres-de-Veyre, Berme Arthur et Coulogras, à Coudes sont inséparables de l'histoire de notre production fruitière. D'autres commerçants, étrangers au pays, y viennent aussi pour s'approvisionner de quantités de pommes plus ou moins fortes. Presque tous ont dans chaque région de production des représentants ou courtiers qui traitent avec les propriétaires. Les marchés se concluent en grande partie dès la fin du mois de juillet ou le commencement d'août, et plusieurs modes de vente sont suivis : tantôt le prix est fixé au quintal de 100 livres, le fruit à livrer en gare, après triage fait au verger et dans une proportion déterminée (un quart, un cinquième de rebut par exemple), ou bien la vente est faite « tout fruit à prendre » par l'acheteur ; les frais de récolte sont tantôt à la charge du vendeur, tantôt à celle de l'acheteur ; enfin, d'autres fois, l'acheteur prend pour une somme fixée toute la récolte, à vue, à ses risques et périls, c'est l'achat en bloc : on appelle cela « bloquer » un verger. Tous les marchés sont passés par écrit et, le plus souvent, l'ache-

teur verse des arrhes aussitôt; parfois, dans un but que l'on devine, le prix porté sur l'acte de vente est inférieur au prix convenu et la différence, que le vendeur cache à ses voisins, constitue ce qu'on appelle des « épingles ».

A maintes reprises, les propriétaires ont eu la pensée de chercher à se passer des services des courtiers et, au besoin, à vendre directement aux consommateurs. Des syndicats de producteurs se fondèrent et quelques essais de vente directe ont donné des résultats encourageants.

Cependant la plupart des propriétaires, conservant bon souvenir de vieilles relations avec les grands acheteurs locaux, tous amis d'ancienne date, ne se hâtent pas d'entrer dans cette nouvelle voie encore pleine d'obstacles : ils préféreraient un terrain d'entente, qui paraît devoir se faire assez facilement, si l'on en juge par la bonne volonté apportée de part et d'autre en ces derniers temps à l'étude de la question. Les propriétaires resteront sans doute syndiqués, comme le sont aussi les marchands, et je crois que de ces deux organisations syndicales sortira non pas la lutte, mais une entente cordiale pour le bonheur et la prospérité de tous.

La variété de pommes qui fait le fond de nos plantations commerciales est nommée reinette du Canada et a produit chez nous plusieurs sous-variétés également estimées : Canada gris, Canada blanc, Canada côtelé, etc. La caractéristique de ce fruit est d'avoir une belle apparence, d'être de bonne qualité et, quand il vient de chez nous surtout, de parfaite conservation. Le commerce reconnait que la Pomme dite Canada d'Auvergne est de meilleure qualité et de plus longue garde que la même venant d'ailleurs; et encore, chez nous, certaines vallées sont réputées comme produisant meilleur que d'autres. La Pomme Canada d'Anjou ou de Savoie, par exemple, n'existe plus guère sur le marché de Paris après le 15 mars, tandis que celle d'Auvergne s'y trouvera encore en fin mai; et notre pomme provenant des vallées de Neschers et de Saint-Amand-Tallende sera aussi pour la même raison plus estimée que celle provenant de la plaine de Gerzat. Ces qualités de nos pommes dépendent absolument de la nature du sol de nos prés-vergers, sol très riche en acide phosphorique fourni par les roches d'origine volcanique.

La Pomme Reinette du Canada est une variété délicate, le plus souvent cultivée dans les jardins seulement; il lui faut des terrains exceptionnellement fertiles, irriguables, des situations bien abritées, comme on en trouve chez nous, pour pouvoir réussir sa culture en verger, culture économique, mais dont l'extension n'est pas illimitée. Il semble donc douteux que la production de ce fruit spécial puisse être augmentée considérablement et qu'on arrive jamais à la surproduction qui pourrait avilir les prix. En Auvergne, il ne semble pas que les plantations de cette variété puissent être plus étendues, car tous les terrains et toutes les situations convenables sont déjà occupés, et, dès que l'on veut s'en écarter, les résultats

deviennent mauvais. Il faut alors avoir recours à des variétés de pommes plus rustiques, plus communes, constituant ce qu'on nomme chez nous de la « pommaille », dont les prix sont très inférieurs.

Les contrées qui fournissent le plus de Reinette Canada sont :

La vallée des *Martres-de-Veyre*, où la culture de cette variété semble avoir pris naissance. Elle est arrosée par le ruisseau nommé la Monne, partant du lac d'Aydat, passant sur des terrains appartenant aux communes de Saint-Sandoux, Saint-Saturnin, Saint-Amand-Tallende, Veyre-Monton, les Martres-de-Veyre où, près de la gare du chemin de fer, il se jette dans l'Allier. En 1883, la gare des Martres-de-Veyre a expédié plus de 300 wagons chargés à 5.000 kilogrammes.

La vallée de la *Couze-d'Issoire*, qui comprend les belles et riches localités de Perrier, Chidrac, Saint-Cirgues, Saint-Vincent et Cottenges, possédant de superbes vergers, peut produire 200 wagons de fruits.

La vallée de la *Couze-de-Champeix* possède aussi, entre Coudes et Neschers, des vergers réputés pour leurs fruits de très bonne garde. C'est dans cette région qu'existe l'une des plus belles plantations que l'on pût voir, il y a de cela quelques années. Le verger de M. de Cherizey à Lavaur, près Neschers, comprenant 3.000 pieds d'arbres, a plusieurs fois donné des récoltes dépassant 100.000 et même 120.000 kilogrammes de fruits. Il est de notoriété publique que son exploitation a fait successivement la fortune de plusieurs marchands de pommes. Malheureusement, un si beau verger, n'ayant pas toujours été soigné comme il le méritait, a maintenant bien perdu de sa valeur.

La *Couze-d'Ardes* arrose aussi de beaux vergers sur les communes d'Ardes, Madriat, Saint-Germain-Lembron et le Breuil, où elle vient rejoindre l'Allier.

L'*Auzon* irrigue d'excellentes plantations sur Chanouat, la Roche-Blanche et le Crest, Orcey et le Cendre.

L'*Artière*, sur les communes de Romagnat, Beaumont, Aubière et même Aulnat.

La *Tiretaine*, qui traverse Clermont, arrose des jardins, des cultures variées et de beaux vergers depuis Royat jusqu'à Montferrand.

Le *Béda* coule à travers les jeunes et belles plantations de Nohanent, Sayat, Blanzat, Cébazat et Gerzat.

Enfin, aux environs de Riom, finissent nos meilleures plantations commerciales avec les nombreux vergers établis sur les communes de Marsat, Volvic, Riom, Ménétrol, Saint-Hippolyte et Châtelguyon.

D'autres plantations faites en variétés plus rustiques, mais acceptées par le commerce et assez productives, existent dans nombre d'autres régions moins favorisées. Ainsi, dans les environs de Billom, les communes de Saint-Julien-de-Coppel, Contournat, Reignat, Ceyssat, Lignat, Vertaizon,

Égliseneuve et Glaine-Montaigut tirent de bons profits de la culture de la petite, mais excellente Reinette grise. Dans les environs de Biom, les vergers de Prompsat, les Grosliers, la Tourette, Saint-Hippolyte produisent la Reinette brodée, nommée ici pomme d'armoire, estimée pour sa longue conservation.

Dans la région de Lezoux et Courpière, se rencontre un fruit peu connu chez nous, mais très méritant, parce qu'il est bon, se conserve fort bien et que l'arbre qui le donne est rustique, c'est la Pomme de Lestre, du Limousin, appelée ici Pomme Comte, du nom de ceux qui l'ont propagée, et connue sur le marché de Paris sous le nom de Reinette de Grenoble (quand elle arrive du Piémont !). Nos grands acheteurs veulent encore la méconnaître, mais nul doute qu'elle finisse un jour ou l'autre par se répandre.

Le rendement des vergers plantés en Reinette du Canada est en moyenne de 1.000 francs par an et par hectare. Dans quelques vergers très soignés, ce rendement peut s'élever très sensiblement et arriverait même à être doublé.

Le foin qu'on a récolté sous les arbres n'est pour cela ni moins bon, ni moins abondant que dans les prairies non plantées; bien au contraire, il est le plus souvent de qualité supérieure. Les arbres donnent donc un produit supplémentaire, parfois beaucoup plus élevé que celui de la prairie, qui est pourtant considéré comme le principal. On cite bon nombre de vergers dont la vente des pommes a, dans une bonne année, atteint et même dépassé le prix d'achat du terrain. Un verger peut être maintenu en bon état de production pendant une cinquantaine d'années et, durant ce laps de temps, le propriétaire pourra certainement récupérer plusieurs fois le prix d'achat de son sol.

Malgré les beaux revenus qu'ils en tirent, la plupart des cultivateurs ne soignent pas leurs pommiers comme il conviendrait et, trop souvent, ils les abandonnent aux ravages des chenilles ou autres ennemis. Peut-être ne péchent-ils que par ignorance : on peut le croire en constatant les progrès faits depuis quelques années dans la culture des vergers par quelques propriétaires avisés. Mais, pendant trop longtemps, la plupart d'entre eux ne s'intéressèrent qu'à la vigne, qui pourtant ne faisait qu'absorber les bénéfices produits par les pommiers. Tous s'accordent, cependant, à reconnaitre que les produits de nos arbres fruitiers, de nos pommiers surtout, rendirent la crise phylloxérique moins lourde chez nous qu'ailleurs et aidèrent grandement à la reconstitution rapide de notre vignoble.

Négliger une source aussi précieuse de revenus serait une grande faute : il faut espérer que nos cultivateurs, suivant les conseils éclairés de leurs professeurs d'agriculture, ne tarderont pas à donner autant de soins et à apporter autant d'intérêt aux plantations fruitières qu'aux autres cultures, au vignoble en particulier.

Un peu moins de vignes, un peu plus de pommiers : chaque chose a sa place et la richesse de notre pays s'en augmenterait !

Après le pommier, l'abricotier est chez nous l'arbre fruitier le plus productif, ou du moins celui qui donne lieu aux transactions les plus importantes. Mais, comme cet arbre a de grandes exigences quant à la nature du terrain et du climat, sa culture n'est possible que dans les jardins où le terrain est frais, souvent travaillé et à l'abri des vents violents. Cet arbre ne semble se plaire qu'au voisinage des habitations; on le verra rarement réussir en pleine campagne. C'est surtout dans les jardins maraîchers entourant Clermont-Ferrand qu'on pourra voir de belles plantations d'abricotiers, pouvant comprendre en tout environ trente mille arbres et produisant une moyenne de 400 à 500.000 kilogrammes de fruits, vendus de 25 à 30 francs les 100 kilogrammes. La plus grosse partie de la récolte est achetée par les confiseries locales qui la transforment en pâtes d'abricots, fruits confits, confitures, etc.

Une seule variété fait le fond de toutes les plantations : c'est l'abricot gros blanc d'Auvergne, le seul recherché par la confiserie. Pour l'utilisation ménagère, on trouvera encore l'abricot-pêche ou de Nancy, particulièrement estimé pour la table, puis l'abricot royal et l'abricot Jacques confondus sous le nom d'*Olivards*, et seulement appréciés pour les compotes, marmelades ou confitures ordinaires.

Beaucoup d'essais d'introduction de variétés nouvelles dans nos cultures sont restés infructueux; la variété locale reste la plus productive quand les arbres sont sains, bien plantés et bien greffés avec des greffons sélectionnés, pris sur des sujets d'élite.

Les pêchers abondent dans nos vignes. Je crois bien qu'en Auvergne, il n'existe pas de champ de vigne sans quelques pêchers qui sont venus s'y implanter, on ne sait pas toujours comment. Mais, dans ces conditions, ces arbres ne produisent que des fruits médiocres pour le marché, mais qui sont juteux, parfumés, estimés des vignerons au travail. Quand les fruits sont rares, les ménagères les apportent à la ville et en tirent quand même des bénéfices; mais dans les années d'abondance ces *pêches de vigne* ou *pavies* sont abandonneés et pourrissent sous les arbres.

Depuis quelques années, à l'instigation de cultivateurs intelligents, des plantations en sujets de bonnes variétés se sont faites dans les vignes des environs de Clermont-Ferrand et produisent des fruits dont la réputation s'étend au loin. Le Syndicat horticole et viticole de Chamalières peut expédier maintenant d'admirables pêches Amsden, Précoce de Hales, Mignonne, Admirable jaune, dont la beauté ne le cède en rien aux pêches d'espaliers avec, en plus, l'incomparable parfum des fruits récoltés sur les arbres vivant en terrains volcaniques.

Depuis deux ans, la petite localité du Cendre, à quelques kilomètres

d'ici, récolte assez de belles pêches pour que des marchands se soient décidés à venir de Paris acheter ces fruits sur place, et enseigner à nos cultivateurs le mode d'emballage nécessaire pour l'expédition sur la capitale.

Quelques bonnes ventes, quelques années de réussite et bientôt nos vignerons se livreront à la culture du pêcher qui peut devenir très importante et très lucrative chez nous.

Les autres cultures fruitières d'Auvergne ne sont pas en progression pour l'instant, au contraire.

Les anciennes ceriseraies réputées de Pont-du-Château ont disparu pour faire place à la vigne. La rareté de la main-d'œuvre dans nos campagnes fait hésiter à planter cet arbre, la cueillette des fruits en étant longue et difficile. Que de fois n'ai-je pas vu les cerises abandonnées aux oiseaux parce que les ouvriers nécessaires à la récolte avaient fait défaut !

Les poiriers autrefois cultivés dans la vallée de Veyre ont aussi cédé la place aux pommiers dans les terres irriguables, et à la vigne partout ailleurs. Un excellent homme de mes amis, habitant cette localité, me faisait un jour cette remarque :

La vigne a fait bien du mal à nos cultures fruitières...

Et mélancoliquement il ajouta :

Comme le vin a fait bien du mal à bien des choses.

Cela est vrai, mais la préférence du cultivateur pour la vigne s'explique très bien : le vin étant un produit plus marchand que les fruits, il pouvait toujours s'en débarrasser facilement, et, pendant longtemps, à un prix très convenable, alors que ses fruits dans les années d'abondance lui restaient pour compte.

Les moyens de transport si rapides et si perfectionnés que les fruits ne sont plus guère des denrées « périssables », et surtout la surproduction du vignoble et l'avilissement des prix du vin pourraient dans un avenir prochain faire de nouveau attribuer aux arbres fruitiers toute la place qu'ils devraient occuper sur le sol auvergnat.

Dans les enclos ou jardins des villages, on rencontre encore souvent de vieux poiriers en plein vent donnant d'abondantes récoltes ; c'est la poire d'épargne qu'on nomme ici mouille-bouche et qui se vend bien sur nos marchés. La poire Gros-Blanquet, autrefois recherchée pour la confiserie, a presque disparu au moment où cette industrie subissait chez nous une crise inquiétante.

La confiserie d'Auvergne, étant entrée aujourd'hui dans une nouvelle ère de prospérité, il serait sans doute bon de faire des plantations pour lui fournir ce fruit, elle est obligée maintenant de le tirer du Midi de la France, où il est cultivé sous le nom de poire Crémesine.

La seule variété donnant lieu à un commerce d'exportation est la poire

Curé nommée chez nous Bon-Papa. Presque partout ailleurs, c'est un mauvais fruit qui parait ne devoir jamais mûrir, ce qui devient une qualité auprès des petits marchands fruitiers des grandes villes, car sa longue conservation est assurée quels que soient les coups qu'il a reçus en voyageant. Avec des fruits excellents et délicats, comme les Bon-Chrétien-William, Duchesse-d'Angoulême, Doyenné-du-Comice, etc., le cultivateur s'il n'a pas d'avance le placement de ses fruits et les moyens perfectionnés nécessaires à leur transport perdra de l'argent, tandis qu'il en gagnera toujours avec ce fruit rustique et qui peut attendre le consommateur.

Le Bon-Papa devient chez nous très intéressant, quand l'arbre est cultivé dans des terrains volcaniques; ce fruit, traité ailleurs de « mavet » devient excellent, il mûrit en prenant une belle teinte jaune et sa chair « beurrée » renferme une eau abondante, sucrée, délicieusement parfumée. La maturité n'arrive pas d'un seul coup pour tous les fruits d'un même arbre; elle se produit successivement pendant toute la durée de l'hiver. Sa culture ne peut cependant pas s'étendre beaucoup, puisque pour bien réussir et acquérir de la qualité, il exige des terrains spéciaux. Mais combien d'autres bonnes variétés réussiraient dans beaucoup de nos terrains favorables à la végétation du poirier.

Les amis des arbres déplorent la destruction des belles lignes de noyers géants qui bordaient les grandes routes et les chemins de toute la plaine de Limagne. En quelques années, l'industrie les aura tous transformés en semelles de galoches ou en crosses de fusils.

A la suite d'une crise agricole trop intense et trop longue, survenue comme conséquence du désastre phylloxérique, tous les cultivateurs avaient besoin d'argent, et l'on comprend qu'ils aient saisi cette occasion de s'en procurer un peu. Le bois de noyer était demandé aux prix de 120 à 150 francs le mètre cube, parfois plus; comment résister à pareille offre quand on est dans la misère?

Puis, au fait, beaucoup de ces arbres, trop vieux, commençaient à dépérir. A quoi bon attendre que leur valeur marchande diminuât? Et, pour tous les autres, la valeur du produit annuel représentait-elle l'intérêt que pouvait produire le capital à toucher? Le plus souvent, non!

La plupart de ces arbres provenant de semis ne produisaient que des fruits bons pour la fabrication de l'huile, mais peu estimables pour la consommation de table; depuis que, chez nous, elle ne sert plus comme autrefois à l'éclairage, l'huile de noix a bien perdu de sa valeur; et les amateurs qui l'exigent encore pour l'assaisonnement de leur salade étant de plus en plus rares, son placement deviendrait bientôt difficile.

Les nouvelles plantations qui pourront être faites sur des emplacements non épuisés, par anciens noyers, devront l'être en sujets greffés en variétés de table, d'une vente assurée, comme celles qui constituent d'importantes

plantations dans l'Isère et dans la Corrèze et qui sont très recherchées par le commerce.

La confiserie emploie une certaine quantité de la grosse *Noix à bijoux* nommée ici *Noix Gourlande*. L'arbre, vigoureux et productif, donne de gros fruits que l'on récolte verts, dès que l'amande commence à se former pour les livrer à la confiserie, qui les achète à des prix élevés.

L'un de ces arbres, que l'on peut voir au milieu d'un mur bordant le chemin au terroir de Vallière, près Clermont, a eu sa récolte adjugée pour une durée de dix-huit ans, au prix de 120 francs par an. Bien que commençant à vieillir, il est sain et susceptible de donner longtemps encore de beaux produits. En voilà un qui aura payé, bien des fois en sa vie, la valeur du terrain qu'il occupe!

On peut en admirer un autre, dans une cour du village de Cébazat qui, en ces derniers temps, a produit à plusieurs reprises pour 500 francs de noix la même année! Je vous laisse à penser comment fut reçu un marchand de bois qui s'en alla récemment marchander cet arbre à son propriétaire!

D'autres fruits, récoltés chez nous en faibles quantités jusqu'à présent, pourront un jour avoir une place plus importante dans notre commerce de fruits.

Le prunier réussit fort bien dans les sols argileux ou argilo-calcaires de la Limagne, notamment vers Riom, Randan et Maringues. Il y est extrêmement vigoureux et fructifère.

Cet arbre se retrouve d'ailleurs un peu partout, dans toute la région agricole du département, mais seulement en sujets isolés dans les jardins.

La prune Reine-Claude est la plus communément cultivée pour la confiserie, qui absorbe une grosse partie de la production.

Déjà quelques propriétaires ont pu avec succès expédier leur récolte sur Bordeaux. D'autres se préoccupent de la fabrication des pruneaux par les procédés perfectionnés qu'on emploie aujourd'hui dans des régions moins favorables que la nôtre à la culture du prunier. Si ces tentatives obtiennent quelque succès, comme je le crois, il est certain que cet arbre ne tardera pas à prendre chez nous la place des noyers disparus.

L'*amandier* vient bien également et se trouve sur tous les terrains de la région viticole du département; ses fruits verts, cueillis avant que la coque soit durcie, sont acceptés par la confiserie; les fruits mûrs se vendent à l'état frais sur nos marchés.

Les *châtaigniers* assez répandus sur les sols granitiques et volcaniques des environs de Clermont, disparaissent peu à peu. Les arbres sont trop vieux et d'ailleurs leurs fruits communs n'ont qu'une très faible valeur commerciale. Cependant, quelques plantations récentes de châtaigniers

greffés en marrons de Lyon ou du Luc, existent sur le territoire de Sayat et y donnent des produits remarquables.

Voilà, en résumé, l'état actuel de notre culture fruitière. Son importance s'augmentera certainement à mesure que les cultivateurs s'instruiront dans l'art de tirer de leur récolte le meilleur parti possible.

Il faut qu'ils apprennent à expédier leurs fruits au loin et qu'ils cherchent, qu'ils trouvent des débouchés.

Jusqu'à présent le commerce des fruits a été tout à fait local, ou à la discrétion de trois ou quatre grands marchands qui, ayant à Paris une clientèle assurée pour une quantité de fruits déterminée, n'avaient aucun intérêt à s'occuper des excédents dans les années d'abondance.

N'avons-nous pas vu, à Clermont, le prix des abricots tomber à 10 centimes et même à 5 centimes le kilogramme? Parce que nos confiseries n'en achetaient pas plus qu'elles n'en peuvent traiter dans une saison. Or, l'abricot étant un fruit très estimé et très recherché dans tous les pays du Nord où l'arbre ne peut réussir, il serait possible de trouver des acheteurs nouveaux.

N'en serait-il pas de même pour les pêches qui, dans les années d'abondance, ne trouvent plus ici acheteur à aucun prix? Et principalement pour ces fruits délicats, il faudrait assurer leur conservation, pour pouvoir échelonner les ventes. La création de chambres frigorifiques est à l'étude.

Une bonne utilisation des fruits défectueux est également à rechercher. Dans toutes les fermes américaines existent des appareils pour dessécher les fruits refusés par les acheteurs. Ces fruits séchés se conservent bien, trouvent toujours un emploi ou un placement avantageux à un moment donné. Chez nous, les fruits de rebut sont perdus ou quelquefois transformés par les cultivateurs en mauvaise boisson.

Mais, pour arriver à réaliser ce progrès nécessaire à l'avenir de nos plantations fruitières, nos cultivateurs ne peuvent rester isolés, faibles comme ils le sont aujourd'hui? Quelques-uns l'ont compris et se sont groupés en syndicats : le Syndicat des Producteurs de fruits d'Auvergne; le Syndicat de la Vallée de Veyre; le Syndicat horticole et viticole de Chamalières existent déjà. J'espère qu'ils sauront étudier et solutionner bientôt ces questions desquelles dépend la fortune de notre culture fruitière.

Enfin, dans son état actuel, elle n'en constitue pas moins l'un des plus intéressants chapitres de l'Agriculture du département du Puy-de-Dôme.

M. LAYÉ

LA CONFISERIE DE FRUITS D'AUVERGNE

La confiserie de fruits est une industrie très ancienne en Auvergne. De tout temps, ses produits furent très réputés : leur qualité tient essentiellement à celle des fruits nourris par des éléments spéciaux aux terrains volcaniques.

C'est au commencement du XIX^e^ siècle que la confiserie prit en Auvergne le caractère d'une véritable industrie et commença à expédier dans le monde entier ses fruits confits.

A partir de 1850, elle prit une grande extension, mais, vingt ans plus tard, certains pays tributaires s'organisèrent pour chercher à produire selon leurs goûts et leurs besoins ; les droits de douane, les impôts sur les sucres, vinrent aussi entraver les efforts de cette industrie qui, dès 1882, périclita rapidement.

Elle n'a pas su non plus toujours se tenir au courant des progrès scientifiques et des conditions sans cesse changeantes de la vie, motivant de nouvelles exigences des consommateurs.

En présence, aujourd'hui, de faits nouveaux favorables à son existence, elle entre dans une nouvelle ère de prospérité, et les confiseurs clermontois, groupés en un syndicat pour faire l'étude des moyens de perfectionner leur production et pour la conquête de nouveaux débouchés, auront bientôt repris la place à laquelle ils ont droit, de par la supériorité de leurs produits.

M. E. AUREGGIO

Ex-Vétérinaire principal,
Inspecteur du Service Vétérinaire des VIII^e^, XIII^e^, XIV^e^ et XV^e^ Corps d'armée (Lyon).

FERRURES D'ÉTÉ ET D'HIVER. — AMÉLIORATION DU SORT DES MARÉCHAUX

— 7 août —

Avec Duplessis, ancien directeur de l'enseignement vétérinaire militaire de Saumur, M. le vétérinaire-major Joly croit fermement que les Romains et les Gallo-Romains ignorèrent toujours la *ferrure à clous*..... et il constate que bien des prétendus fers celtiques et gallo-romains ressemblent étrangement aux fers du Moyen Age de provenance authentique :

« La ferrure celtique, née en France en 1865, est le produit exclusif de l'imagination de ses inventeurs..... Il faut dépasser la prise d'Alésia de trois ou

quatre siècles pour voir apparaître des faits sérieux concernant l'apparition en Gaule des premiers fers à clous. » (*Revue générale de méd. vét.* du 15 août 1908, p. 148 : *La fin de la ferrure celtique*, par G. Joly.)

C'est au XVI^e^ siècle que les premières instructions sur la ferrure furent publiées, de 1533 à 1669, par les écuyers italiens Laurentius Rusius, *César Fiaschi*, Filippo de Loghacozzo, Claudio Corte, Carlo Ruini. Nous renvoyons au Traité de la manière de bien emboucher, manier et ferrer les chevaux, de César Fiaschi, paru à Venise en 1539, où le savant écuyer italien étudie le pied, la garniture, l'ajusture du fer, les défectuosités de l'ongle et les irrégularités de la marche.

Les différents fers qu'il préconise étaient compris dans l'importante collection de maréchalerie de Saumur, que M. *Dangel*, professeur, a envoyée à l'Exposition rétrospective de 1889, de la ferrure organisée par Aureggio et Comeny.

Au XVII^e^ siècle, la ferrure devient raisonnée, scientifique, avec les maîtres écuyers français et à leur tête *Solleysel*.

Dans son *Parfait maréchal* (1664), Solleysel recommande de ne pas amincir la fourchette, de ne pas séparer celle-ci des talons et de laisser ces derniers aussi hauts que possible devant. Il préconise le fer demi-anglais, qui ne doit

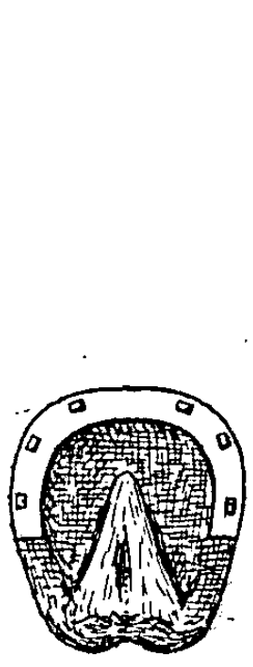


Fig. 1.

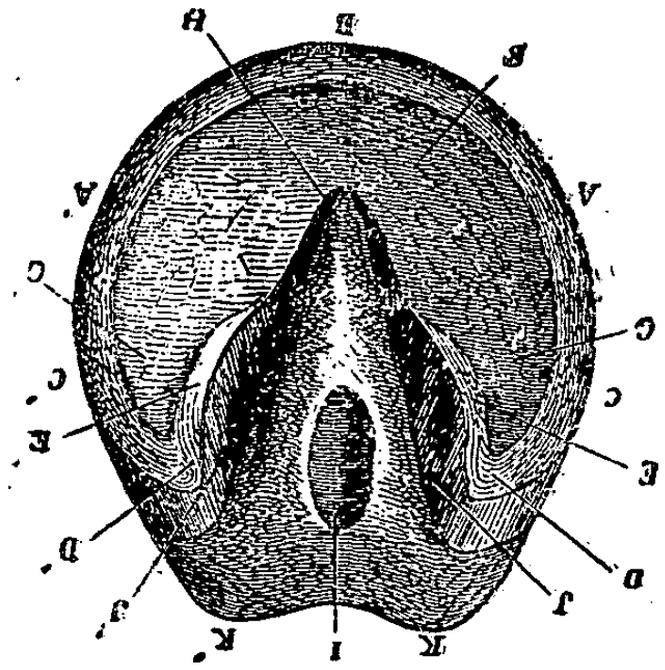


Fig. 3.

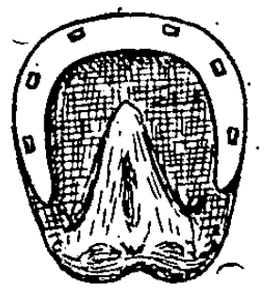


Fig. 2.

porter que sur le pourtour de la muraille. Cette bonne disposition du fer a été reprise par Aureggio dans un travail publié en 1881, par le *Bulletin de la Réunion des officiers*.

Lafosse père publie en 1756 : *La nouvelle manière de ferrer les chevaux de selle et de carrosse*. Sa méthode repose sur cette idée :

« Qu'il est inutile et même nuisible de mettre du fer sous la partie de la corne qui peut se conserver par elle-même comme celle des talons et de la fourchette. » Donc, pour Lafosse, ne pas parer la sole et la fourchette et faire porter sur le sol la fourchette et les talons, en employant le fer à demi-cercle ordinaire ou enclavé et le fer à croissant *(fig. 1)*. Ce dernier, trop longtemps délaissé, est, à notre avis, capable de rendre les plus grands services pour les chevaux à talons hauts, disposés à l'encastelure, et nous avons demandé, en 1889, au ministre de la Guerre que le fer à croissant *(fig. 2)* soit utilisé pour les jeunes chevaux des dépôts de transition et des régiments, chaque fois que la ferrure ne pourra pas être complètement supprimée, jusqu'à l'époque de leur mise en dressage dans les corps de troupes à cheval.

Une note ministérielle en date du 18 juillet 1889, prescrit *fort heureusement* le déferrage des jeunes chevaux dans les établissements de remonte et de transition de l'intérieur. Les excellentes idées de Lafosse père sur les fers à croissant et enclavés *(fig. 1)* ont été reprises plus tard par Rey, Watrin, Poret.

Bourgelat, le savant écuyer, fondateur des écoles vétérinaires, a écrit, en 1771, l'*Essai théorique et pratique sur la ferrure*. On trouve dans ce traité la description du levier phalangien, l'étude des aplombs et la sécrétion cornée. Les ingénieuses

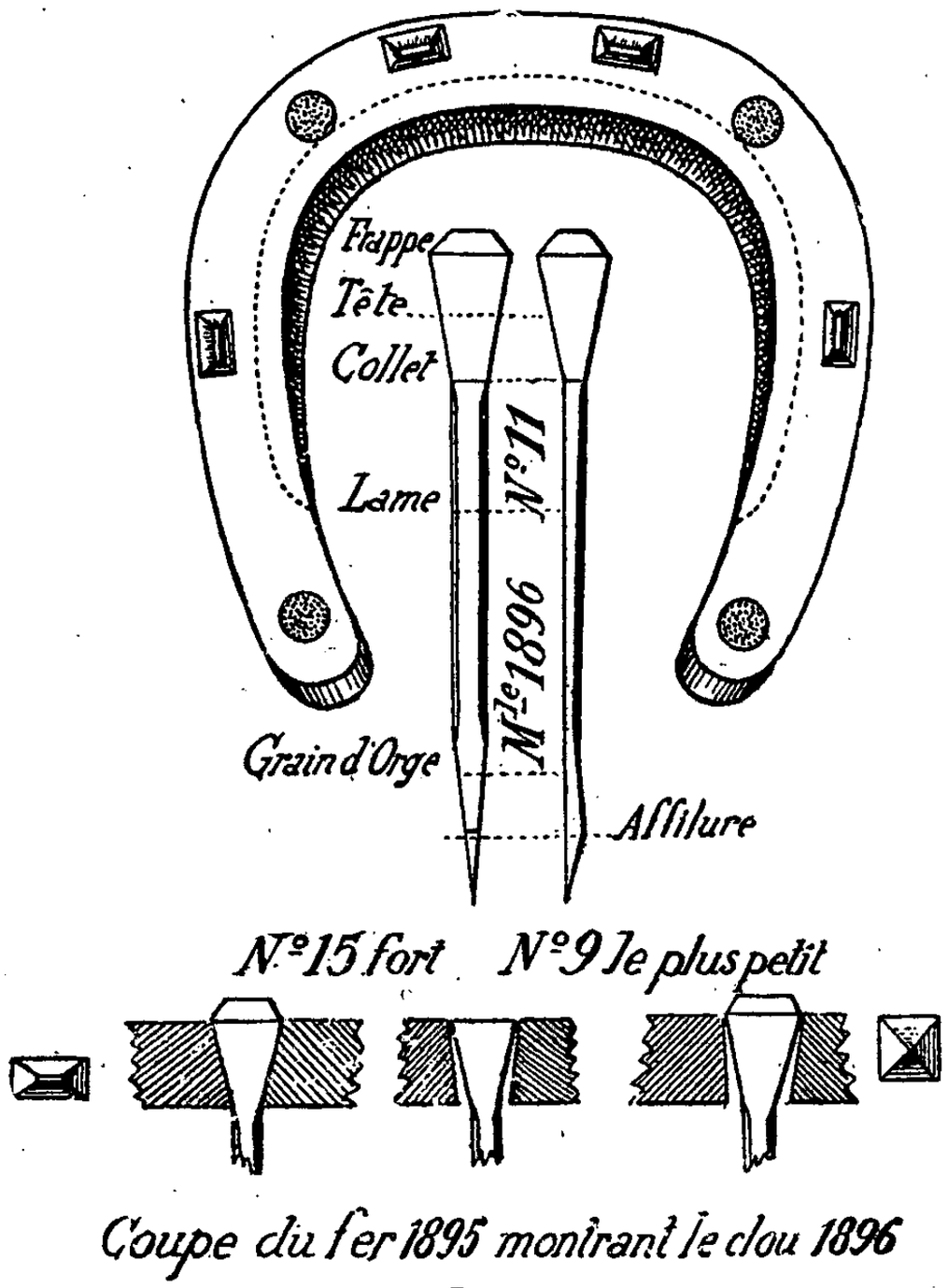


FIG. 4.

idées de Bourgelat sont citées par H. Bouley à l'article : *Physiologie de la locomotion*, de son Traité de l'Organisation du pied du cheval.

Chabert, *Girard*, *Gohier*, *Jauze*, imitateurs de Bourgelat, ont imaginé des fers à ajusture exagérée et la pince relevée en bateau.

Osmer, maître anglais, empruntant les idées de l'hippiâtre français Lafosse, recommande comme ce dernier de ménager la fourchette et la sole et de ne pas ouvrir les talons. Comme *James Clark* et *Morcroft* (1800), il préconise le fer à siège, fer dont la surface supérieure est divisée en deux bandes : l'externe plate, permettant l'appui de la muraille et des arcs-boutants; et l'interne inclinée en biseau vers la rive intérieure *(fig. 4)*. Osmer indique la rainure que nous avons signalée comme existant déjà dans quelques fers du Moyen Age.

Les auteurs anglais *James Clark* (1782) et *Bracy Clark* ont signalé les premiers

les propriétés élastiques du sabot. Ce dernier a publié en 1810 divers ouvrages très importants sur la structure du pied du cheval.

Coleman, directeur du collège vétérinaire de Londres (1798), a vanté une

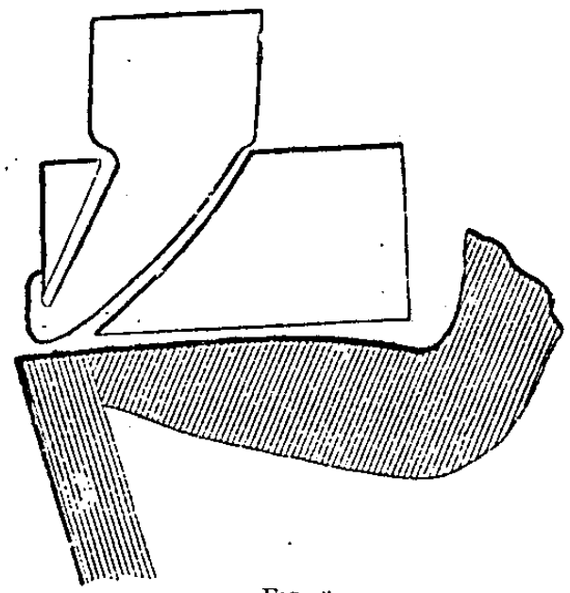


Fig. 5.

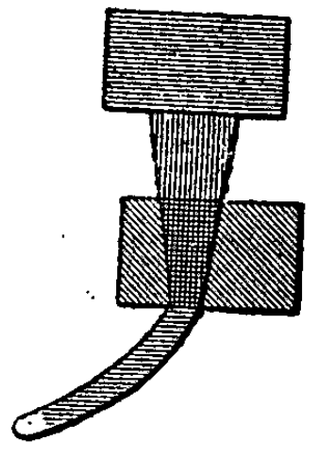


Fig. 6.

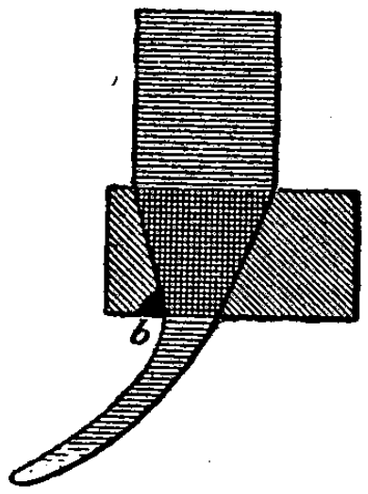


Fig. 7.

ferrure semblable à celle de Lafosse; c'est un fer à croissant, trois fois plus épais en pince qu'en éponge.

La mutilation de la fourchette, que nous condamnons si fort aujourd'hui, indiquée en 1825 par Huzard dans un Avis aux maréchaux, est déjà signalée en 1664 et 1756.

Il est la base de la ferrure rationnelle que nous préconisons et mérite d'être reproduit :

Avis de 1825 aux Maréchaux-Ferrants (1)
concernant la pratique nuisible de tailler, rogner et couper la corne de la fourchette *(fig. 3)*.

« Cette manie, presque générale, est si pernicieuse qu'elle ferait presque croire qu'il y a malveillance de la part de ceux qui l'ont, si l'on ne savait pas qu'il y a plutôt ou ignorance ou inconscience.

Les suites en sont : l'état de sensibilité douloureuse où les pieds des chevaux sont réduits, l'incapacité de ces animaux à remplir les services qu'on attend d'eux et leur destruction prématurée. Les mauvais effets de ce procédé nous paraissent si évidents, que cela nous a engagé à rédiger, aussi succinctement que possible, l'avis suivant, dans lequel nous exposons, par le raisonnement le plus clair, la fausseté des principes allégués en sa faveur, afin d'empêcher qu'on ne pêche plus par ignorance. Espérons donc qu'un public éclairé et bien disposé accueillera ces informations. En passant de la bouche des maîtres à leurs employés, et surtout en servant à l'instruction de leurs apprentis, elles feront mettre de côté une marche aussi funeste.

Voici un exposé assez clair des raisons dont les partisans de cette pratique se servent pour l'appuyer, et de ce qu'on peut y répondre.

Le prétexte principal et le plus ordinaire dont on s'autorise pour couper la corne de la fourchette, est *que sa croissance ayant lieu comme dans les autres parties du pied, et venant à couvrir de son volume tout le pied, elle deviendrait trop grosse pour le pied lui-même, si l'on ne s'y opposait.*

Réponse. — L'accroissement de la corne dans cette partie, soumis à un examen plus rigoureux, apprendra que cette corne n'acquiert qu'un certain degré d'épaisseur; les

(1) Ce document anonyme a été découvert à la Bibliothèque de l'École Vétérinaire de Lyon par M. le professeur Peuch, qui croit pouvoir l'attribuer à Huzard et fixer sa date vers 1820 ou 1825. En tête, figure une coupe verticale du pied, représentant schématiquement la paroi avec les arcs-boutants et la fourchette bien développée avec, au-dessous, cette devise : *In hoc signo vinces.*

bornes en sont fixées admirablement bien par les soins d'une Providence toute pleine de sagesse. En effet, quand elle a atteint ce degré naturel d'epaisseur, elle perd sa faculté d'adhésion et forme une poussière farineuse qui disparaît en laissant la fourchette dans toute sa beauté. S'il en était autrement, tout cheval à l'état de nature se trouverait estropié par cette excroissance.

De là, il ne peut plus rester le plus léger motif pour craindre que cette corne n'outrepasse le pied, et ces grosses taillades qu'on fait pour y porter remède, deviennent non seulement inutiles, mais dangereuses, puisqu'elles rendent le reste de la corne trop mince et sujet à s'éclater. Puisqu'on peut observer que la sole s'exfolie aussi dans le même genre que la fourchette, dès qu'elle a atteint ses limites, il est moins surprenant que la fourchette se range à la même loi. Par conséquent, il est prouvé à l'évidence, qu'en enlevant cette défense naturelle dans l'épaisseur de la corne, l'on prive réellement l'animal d'une protection essentielle. La corne ainsi amincie, fait que la partie en question est plus sensible et douloureuse, et qu'elle est trop faible pour supporter le poids lorsqu'elle pose fortement sur la terre, comme cela arrive surtout dans les chemins difficiles.

Le froissement lui occasionne de l'échauffement et de l'inflammation ; sa force et sa résistance naturelles disparaissent ; elle se dessèche, s'endurcit, se contracte, éclate, puis présente des fentes où la boue et l'humidité pénètrent. Elle parvient enfin au dernier état de corruption et de dépérissement.

On justifie l'usage dont nous avons parlé par un second prétexte, celui *d'enlever les lambeaux;* celui-ci est plus plausible que le premier. Renvoyons-le toutefois à l'épreuve, et en approfondissant d'où proviennent ces lambeaux, nous éclaircirons ce point.

Il est apparent à la vue que la fourchette, dans son état d'intégrité, a une surface extérieure lisse et sans lambeaux, au moment où on commence la ferrure; mais lorsque son enveloppe extérieure naturelle, dont la substance est plus dure que la corne intérieure, est enlevée, cette dernière, qui est plus molle et plus humectée de fluide, se dessèche, surtout dans la belle saison, et se fend. Les extrémités de ces fentes ou déchirures se soulèvent et constituent ce qu'on appelle *des lambeaux.* On doit avouer pourtant que des causes naturelles peuvent donner lieu à ces rugosités ou lambeaux, quoique ce soit à la coupure qu'on doive les attribuer le plus fréquemment et généralement. Pour les faire disparaître, on fait une incision plus profonde que la déchirure, jusqu'à ce qu'à la fin on est allé si avant dans le vif, que la fourchette est absolument dépouillée de sa corne. A force de se sécher elle diminue, devient dure, cassante, douloureuse; son peu d'épaisseur la rend trop délicate pour soutenir le choc des corps durs sur la route, tels que cailloux ou autres; elle est ainsi une source lamentable de souffrances et de dangers dans l'usage auquel l'animal est destiné.

La boue et l'humidité, ainsi que nous l'avons dit, ne font qu'accélérer le dépérissement et la destruction des parties intérieures. Autant vaudrait-il donc proposer de couper les pelotes que les chiens ont sous leurs pieds, avant de les mener à la chasse, que de découvrir ainsi la fourchette d'un cheval au moment d'entreprendre un voyage avec lui.

Quelques maréchaux pensent qu'on ne peut trop couper cet organe; d'autres, plus intelligents, trouvent qu'il ne faudrait y procéder qu'avec modération ; mais, après tout, l'auteur de cet avis s'est convaincu, par un examen scrupuleux et des recherches profondes, que cet organe singulier n'a pas besoin d'être coupé. En conséquence, d'après ses propres suggestions, il existe nombre de vieux chevaux, dont la fourchette n'a jamais été coupée, elles sont les fourchettes les plus belles, les mieux constituées et les plus fortes qu'on ait jamais vues. Dans ce cas, la cavité de l'arrête-fourchette prend une forme en losange d'une grande beauté et reste très forte. La comparaison ou analogie entre la fourchette et les pelotes des pieds des chiens et les coussinets de ceux de l'éléphant est aussi juste que correcte; ces derniers ont autant besoin d'être coupés que les premiers, c'est-à-dire point du tout.

Il y a plus, un fait singulier est venu se présenter dernièrement à l'auteur, et lui a occasionné quelque surprise, c'est que si l'on coupe une lame très épaisse de la four-

chette, elle ne se renouvelle qu'imparfaitement. Le tort qu'on commet donc par cette coupure ne peut pas s'exprimer. (M. Aureggio a contrôlé ce fait important.)

Un autre motif qui a paru induire à couper cette partie, est sa consistance molle, qui ressemblant à celle du cuir ou du fromage dur, semble *inviter le couteau*. On peut aussi y joindre une expression impropre, ou manière de parler insignifiante des cochers, peu au fait de l'économie de cette partie, qui, lorsqu'ils s'adressent aux maréchaux, leur recommandent *de bien parer le pied;* phrase très commune et qui a la même influence pernicieuse. Le mot *bien* s'applique, de cette façon, aussi aisément aux mauvais qu'aux bons procédés. En le faisant ainsi servir hors de propos et contre toute raison, il en résulte un mal si grand, que tout bon opérateur, au moins celui qui a à cœur la prospérite de son art et le bon état des chevaux, doit se tenir sur ses gardes. Les cochers devraient s'en remettre, pour cette partie qui n'entre pas dans leurs fonctions, à ceux qui la connaissent et la comprennent mieux qu'eux. »

Fleming, le savant vétérinaire principal de l'armée anglaise, a écrit l'historique de la maréchalerie. Dans son livre : *Fers et ferrures*, il donne d'excellents

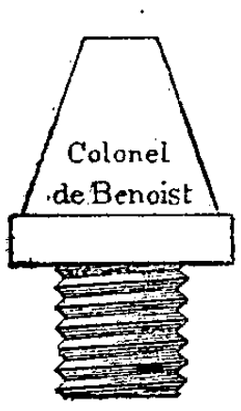


FIG. 8.

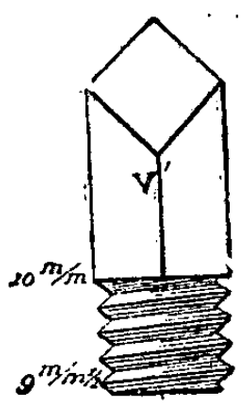


FIG. 9.

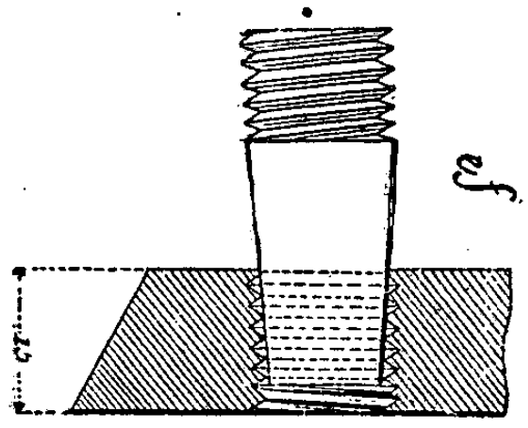


FIG. 10.

conseils pratiques sur la ferrure hygiénique et l'emploi du fer à croissant imaginé par Lafosse *(fig. 1)*.

Riquet. — En 1841, la ferrure podométrique de Riquet, remplaçant la ferrure à chaud par la ferrure à froid, a fait grand bruit; adoptée en 1845 pour l'armée, elle a été supprimée par décision du 22 mars 1854. Cette décision prescrit simplement d'exercer les maréchaux à la pratique de la ferrure à froid; mais elle supprime les fameux registres à folios mobiles, podomètres, etc., qui sont inscrits dans un règlement récent: règlement du 11 octobre 1889 sur le service du harnachement et du ferrage dans les corps.

Henri Bouley. — Au XIXe siècle, les vétérinaires français font subir de nouveaux changements à la ferrure en y apportant des modifications plus ou moins durables; mais à cette époque, c'est à un maître, H. Bouley, qu'est dû le travail le plus complet sur la physiologie du pied du cheval. Nombre de ses élèves sont devenus des maîtres à leur tour et l'armée en compte plusieurs qui ont également fourni de très remarquables travaux sur la ferrure du cheval. L'art de la ferrure est très en honneur parmi les vétérinaires de notre armée; l'École de Maréchalerie de Saumur et les corps initient tous les ans à cet art, de nombreux militaires. Après Goyaule, le vétérinaire principal Barthes, professeur de maréchalerie pendant sept ans à Saumur, a inculqué pendant cette longue période aux aides-vétérinaires et maréchaux, les excellents principes de la ferrure du cheval de guerre, inspirés par les travaux de H. Bouley. MM. Dangel, Jacoulet, Joly, Jobelot, Thary ont été chargés de ce cours important. Depuis 1906, c'est M. Tasset, vétérinaire en premier, qui est professeur de maréchalerie à l'École de Cavalerie de Saumur.

De 1843 à 1870, la *ferrure française* est confectionnée par les maréchaux de

l'armée suivant un poids qui varie, pour la cavalerie légère et la ligne, de 350 à 400 grammes; pour la réserve et l'artillerie, de 450 à 600 grammes. Pendant vingt-sept ans la ferrure est donc d'un poids peu élevé qui augmente de 1870 à 1902 pour être diminué en 1903.

En juillet 1845, la ferrure à froid ou podométrique de Riquet, est substituée à la ferrure à chaud. Ses défectuosités reconnues sont :

Adaptation imparfaite, manque de solidité et tendance du maréchal à tailler le pied pour lui donner la forme du fer. (*Rec. méd. vétér.* de 1845 à 1851.)

On revient à la *ferrure française à chaud* (décision ministérielle du 22 mars 1854) et la ferrure à froid reste comme ferrure exceptionnelle pour les routes, manœuvres et certains chevaux difficiles à la forge.

La décision du 4 août 1876 prescrit les *crampons,* aux fers postérieurs seulement, pour la *ferrure d'été,* et aux quatre fers avec clous à glace pour la *ferrure d'hiver.*

Le 16 juillet 1881, les chefs de corps sont autorisés à supprimer les crampons aux fers de derrière. Les crampons sont *heureusement supprimés* en 1885 et remplacés par le *clou Lepinte (fig. 6)*, système Delpérier *(fig. 5)* qui devient la ferrure à glace de l'armée.

La période des crampons fixes a été néfaste pour les tendons. Le fer à crampons fixes est aujourd'hui un fer pathologique ou exceptionnel. A ce point de

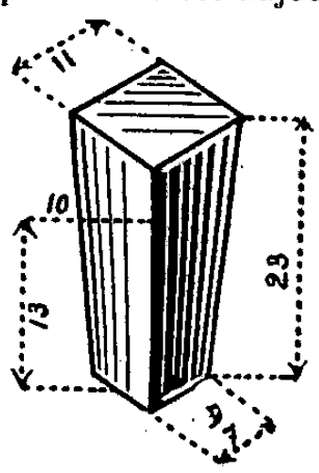
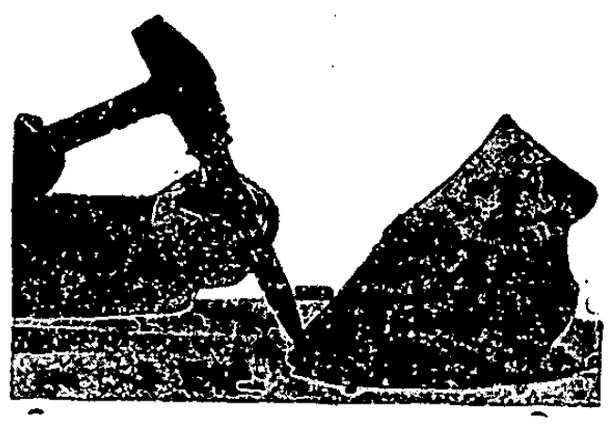


FIG. 11.


FIG. 13.

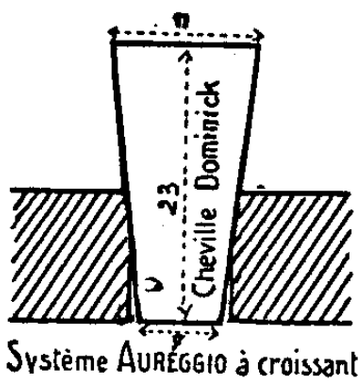


FIG. 12.

vue, M. Aureggio l'a fait adopter pour les mulets alpins concurremment avec les mortaises taraudées à utiliser après usure des crampons fixes. (30 octobre 1903.)

Le clou à glace Lepinte *(fig. 6)* est remplacé, le 26 octobre 1889, pour la *cavalerie seulement,* par le crampon-vis tronconique à tête carrée; sans épaulement, d'Aureggio *(fig. 9)* suivant les modèles envoyés par lui sur la demande du ministre de la Guerre en 1883. *La gendarmerie* adopte le crampon-vis le 16 mars 1891. *L'artillerie et le train* l'adoptent le 4 mai 1894 et la même année, le 4 août, le crampon-vis est réglementé pour *l'infanterie.* Le 15 janvier 1891, modification des étriers de la *cavalerie* pour le vissage des crampons-vis. La clé ordinaire est remplacée en 1899 par un tourne-à-gauche, toujours pour la *cavalerie seulement.* L'excellent fer de réserve modèle 1895 *(fig. 4)* à ajusture anglaise, est ordonnancé comme ferrure de réserve *pour la cavalerie,* alors que pour les ferrures de réserve de l'artillerie et la ferrure courante on emploie encore la défectueuse ajusture française. Cependant le Manuel de Maréchalerie du 15 avril 1897 dit, page 53 : « On peut à volonté pratiquer l'ajusture française ou anglaise; cette dernière est beaucoup plus facile à donner » (page 54).

Charlier. — En 1865, Charlier, vétérinaire de Paris, a inventé une ferrure étroite, dont le principe est de faire participer à l'appui la fourchette et la sole, en laissant au pied ferré toute son élasticité.

Clou modèle 1896 *(figures 4)*. — La note ministérielle du 30 décembre 1896 prescrit, pour le service courant de la maréchalerie militaire et la constitution des approvisionnements de mobilisation, *un clou blanc* à ferrer dont la tête *rectangulaire* n'est pas proportionnée aux *étampures carrées* des fers de réserve de l'artillerie. Ce modèle n'existant pas dans le commerce, en 1896, est livré par le service des forges aux corps de cavalerie, établissements de remonte, écoles militaires (note ministérielle du 26 mai 1897) ; à l'infanterie (13 août 1897) ; aux corps et établissements du génie (22 février 1898).

Le clou modèle 1896 s'adaptait parfaitement au fer modèle 1895 de la cavalerie, mais il ne convenait pas du tout aux nombreuses *ferrures de réserve* de l'artillerie à étampures carrées.

La note ministérielle du 9 mars 1898 rappelle que le clou modèle 1896 *étant rectangulaire*, il importe de donner la même forme aux étampures de la ferrure courante et des *ferrures placées à la réserve de guerre :*

« En présence de la facilité qu'ont les maréchaux de transformer au moment de l'emploi des fers les *étampures carrées* en *étampures rectangulaires*, les corps reconstitueront leurs approvisionnements de la réserve de guerre en clous modèle 1896. » .

Cette rectification n'est possible que si les étampures carrées sont petites. La circulaire ministérielle du 1er septembre 1899 constate les graves inconvénients de l'adaptation du clou modèle 1896 aux étampures carrées et reconnaît comme suit le bien fondé des critiques :

« La rupture du collet des clous modèle 1896 doit être imputée en partie à ce que les *étampures des fers ne sont pas toujours appropriées à la forme du collet...* Il importe de rappeler... que les étampures doivent être percées de *façon à être en relation exacte de dimensions avec celles du clou modèle 1896* (Voir *figures 4*).

» Les chefs de corps devront s'assurer que les étampes et poinçons à contre-percer ont été modifiés de façon à donner aux *étampures la forme et les dimensions de la partie inférieure de la tête des clous.* »

CONFECTION DES FERS DE L'ARMÉE DE 1870 A 1904 D'APRÈS DES DIMENSIONS EN ÉPAISSEUR ET EN LARGEUR.

Par application de la décision ministérielle du 27 avril 1870, les fers ne sont plus fabriqués d'après un poids variable de 350 grammes à 600 grammes, mais suivant des dimensions en épaisseur et largeur, un peu plus fortes pour les fers de derrière, et les mêmes en pince, mamelles, branches et éponges terminées carrément. (Le fer de derrière est sensiblement plus couvert en pince qu'en éponges.) Un calibre présentant quatre échancrures sert à contrôler la couverture et l'épaisseur des fers de devant et de derrière.

La circulaire du 22 janvier 1895 (1) ne visant que la ferrure de réserve de la cavalerie, détermine un nouveau fer à *ajusture anglaise* conforme aux dimensions réglementaires pour chaque subdivision d'arme de la cavalerie. Ces fers à éponges arrondies et biseautées de manière à faire un angle de 65 degrés, sont employés pour le service courant de la cavalerie, et, pour la fabrication à la mécanique, d'après six pointures, numéro 4 à numéro 9, bien établies par l'École de Maréchalerie militaire de Saumur.

(1) Fer à ajusture anglaise, modèle 1895 de la cavalerie, chevilles et crampons-vis (Aureggio). (*Bulletin de la réunion des officiers*, p. 639 de 1882). — *Nouvelle ferrure à glace à croissants*, p. 6. Imprimerie Laloux, à Paris, 1882. — *Maréchalerie*, par Thary, p. 401. — *Conférences* Aureggio au Comité de Cavalerie en 1881. — *Journal des Sciences militaires*, décembre 1882, et *Rec. de Méd. vétér.*, 15 janvier 1882. — *Conférences hippiques illustrées et Tableaux de la ferrure rationnelle.* Imprimerie Rey, 4, rue Gentil, à Lyon.

La décision ministérielle du 27 avril 1870 a donné de bonnes dimensions en épaisseur et largeur des fers, puisque, après avoir été modifiées le 25 janvier 1902, elles ont été en partie rétablies par décision ministérielle du 30 octobre 1903, avec quelques améliorations que nous avons proposées le 22 avril 1902, à savoir :

« Diminution progressive de la couverture et de l'épaisseur des fers de derrière de toutes armes, afin d'obtenir une notable diminution du poids des fers et une forme moins grossière. »

Ferrures de 1903 et de 1905. — La note ministérielle du 30 octobre 1903 ne porte aucune modification aux fers de devant, mais la couverture et l'épaisseur des fers de derrière sont diminuées.

Le Manuel de Maréchalerie à l'usage des maréchaux-ferrants de l'armée française, approuvé par le ministre de la Guerre le 8 mars 1905, modifie la confection des fers suivant des pointures s'appliquant à toutes les armes. Les pointures sont établies d'après *le périmètre du fer* mesuré sur le bord externe et comme si les éponges étaient carrées.

Cette manière de déterminer les pointures est préférable à celle qui a servi de base à l'établissement du tableau du vol. LIV du B. O., page 71, et qui consistait à mesurer la longueur et la largeur du sabot. Le périmètre augmente de 1 centimètre un quart d'une pointure à l'autre ; celui du n° 1 est de 27 centimètres, celui du n° 17 et dernier est de 47 centimètres. Le tableau des pointures du Manuel de 1905 (pages 38-39) donne les dimensions en millimètres des fers pour le cheval et le mulet. Ces dimensions portent sur l'épaisseur et la couverture des fers de devant et de derrière.

Par une circulaire ministérielle du 23 janvier 1908, les numéros des pointures ont été modifiés de façon à les faire correspondre aux dimensions des fers. Exemple : le fer de trait léger qui portait le n° 7 porte maintenant le n° 34, correspondant à un périmètre de 33cm,6 à 34cm,5. La série des pointures pour les chevaux de l'armée comprend les nos 27 à 46, et pour les mulets les nos 27 à 39.

Les maréchaux doivent être pourvus de calibres pour juger les dimensions des fers.

Le pied à coulisse et un mètre en ruban de fil sont utilisés pour vérifier les pointures, couverture et épaisseur des fers du service courant et des fers de la mobilisation.

En égard à l'usure rapide de la pince, notamment aux fers de derrière, cette région présente le maximum de dimensions et le maréchal peut aciérer les pinces conformément à une note ministérielle du 20 février 1901, et suivant les indications que nous avons exposées dans un rapport de mission en Allemagne en 1899, où nous avons eu l'occasion de revoir la cavalerie allemande et de constater la résistance des pinces aciérées des fers, à l'occasion des grandes manœuvres allemandes dans le duché de Bade.

FERRURE RATIONNELLE DES CHEVAUX DE L'ARMÉE ET DES SERVICES CIVILS (1).

Les principes de la ferrure rationnelle et ses avantages sont :

Parer le pied suivant un plan horizontal ; retrancher de la paroi la corne qui a poussé depuis la précédente ferrure ;

(1) *Conférences hippiques* et *Tableaux sur la ferrure rationnelle, les fers d'été et d'hiver*, par Aureggio. Imprimerie Rey, à Lyon.

Ne pas toucher à la fourchette, ni aux barres, ni à la sole, et ne jamais diminuer l'épaisseur de la paroi en rognant les mamelles *(fig. 3)*;

Modeler exactement le contour du fer sur celui du bord plantaire, sans laisser de garniture;

Ajuster le fer à l'anglaise en relevant légèrement la pince; le disposer sous le sabot de telle sorte que ses branches et la fourchette soient sur le même plan; donner aux étampures une forme exactement semblable à celle de la partie inférieure de la tête du clou *(fig. 4)*;

Brocher en bonne corne et à égale hauteur; faire de solides rivets et les bien incruster, rabattre le ou les poinçons consolidant la ferrure.

PRINCIPES DE LA FERRURE RATIONNELLE.	RÉSULTATS OBTENUS PAR LA FERRURE RATIONNELLE.
I. — Aplomb latéral antérieur pour apprécier l'inégalité des talons et des pinces comparativement dans les pieds gauche et droit.	I. — Mettre ces régions à la même hauteur, c'est éviter l'écrasement des parties les plus basses et la fatigue des articulations et tendons.
II. — Éviter de toucher à la fourchette, de fendre les talons avec le boutoir et de creuser des lacunes. La fourchette mutilée ne se répare plus latéralement.	II. — La fourchette à l'appui prévient l'encastelure et empêche les glissades sur le pavé des villes. Le boutoir peut être supprimé. Disparition des seimes en talons et des seimes quartes.

A la suite de notre rapport de mission en Allemagne, en 1889, sur les méfaits du boutoir dans l'armée, une instruction ministérielle en date du 12 juin 1900 en a prescrit le mode d'emploi comme suit :

Le boutoir ne doit être employé dans aucun cas pour retrancher l'excédent de la paroi, parer la sole et la fourchette... Jamais les barres, ni les arcs-boutants ne seront parés à l'aide du boutoir... qui, maladroitement manié, provoque la rupture des arcs-boutants et la formation des seimes en talons.

III. — Ne pas affaiblir la sole en enlevant les écailles de corne avec le boutoir ou le rogne-pied *(fig. 3)*.	III. — Disparition des clous de rue et contusions par les cailloux parce que les écailles agissent comme des ressorts très durs et résistants.
IV. — Ne pas découvrir les barres *(fig. 3)*.	IV. — C'est éviter les bleimes ou flexion des barres à la manière de l'ongle incarné et les seimes.
V. — Éviter de rogner les mamelles en diminuant l'épaisseur de la muraille avec le rogne-pied et la râpe. Forger le fer pour le pied *(fig. 3)*.	V. — La boiterie souvent, la gêne toujours, sont la conséquence des clous percés trop près du tissu podophylleux. Le fer de devant doit toujours avoir de l'ampleur en mamelles *(fig. 4)*.
VI. — L'ajusture anglaise est préférable à l'ajusture française, cause fréquente d'encastelure.	VI. — L'ajusture française mal faite produit des déformations du sabot, parce qu'elle gêne l'élasticité du pied.

VII. — La garniture est inutile, puisque tous les chevaux des armées ferrés à l'anglaise s'en passent parfaitement bien.

VII. — Les chevaux de cavalerie manœuvrant en pelotons ou escadrons se déferrent quand les sabots voisins atteignent la garniture des fers, c'est-à-dire quand les chevaux se marchent sur les pieds.

En résumé, la ferrure rationnelle a une influence notable sur la conservation du pied et des membres, la liberté des allures, la solidité du cavalier dans les terrains accidentés et caillouteux, et elle diminue considérablement les maladies des pieds du cheval.

En vulgarisant les principes de maréchalerie qui précèdent, la 15e Section du Congrès de 1908 rendra de réels services à l'élevage du cheval, parce qu'ils empêcheront les poulains d'être mutilés et encastelés avant d'être employés dans l'armée et dans les services publics.

En France, les concours de maréchalerie devraient être plus fréquents, afin de lutter, par la pratique, contre les habitudes routinières des ouvriers. Ils doivent être mis au courant des bonnes méthodes par des conférences et les conseils que tous les éleveurs et propriétaires de chevaux doivent être en mesure de donner aux maréchaux.

En Belgique, le ministre de l'Agriculture a réglementé les cours de maréchalerie à faire dans les différentes provinces par des professeurs et vétérinaires agréés. Ces cours sont accessibles, non seulement aux maréchaux-ferrants, mais à toute personne désirant s'instruire dans l'art de la ferrure des chevaux. Les cours comprennent dix leçons avec démonstrations pratiques à donner dans une forge de la localité.

MARÉCHAUX-FERRANTS DE L'ARMÉE FRANÇAISE
URGENCE D'AMÉLIORER LEUR SITUATION — CONFÉRENCES ET ÉCOLES DE MARÉCHALERIE RÉGIMENTAIRES

(Écoles de Maréchalerie de Saumur, de la rue Saint-Jacques à Paris, de Reims, Rouen, Lyon, Nancy).

Les écoles ont pour but d'uniformiser les meilleures méthodes de ferrure et de préparer, pour toute la France, des chefs d'atelier. *Ceux-ci ne devraient être autorisés à s'établir que s'ils ont acquis le brevet de capacité comme cela existe dans quelques pays en Europe.*

Le vétérinaire principal Aureggio, a toujours porté un vif intérêt à la maréchalerie et aux maréchaux ; c'est à lui que sont dus les articles anciens : *Étude comparative des chevaux de guerre, français et allemands...*, parus en 1882-1887 dans le journal des *Sciences militaires*. Dans cette étude, le chapitre VI : Maréchaux des armées française et allemande traite des Ferrures. M. Aureggio s'y occupe des moyens de retenir les bons maréchaux aux régiments et il demande l'amélioration du sort des maréchaux de l'armée en leur donnant le grade de sous-officier et des primes de rengagement. Après chacune de ses missions à l'étranger, M. Aureggio appelait, depuis 1881, l'attention du Ministre sur cette question intéressante du personnel de la maréchalerie, dont le recrutement est de plus en plus difficile par suite de la réduction du temps de service militaire.

Déjà, en 1880, M. Aureggio, après un voyage en Allemagne, a exposé dans un rapport au Ministre sur la *Cavalerie prussienne*, la situation et les grades des maréchaux de l'armée allemande, bien supérieurs à celle de nos maréchaux militaires. Depuis cette époque éloignée, il a souvent rappelé l'urgence d'améliorer les conditions matérielles et morales de ces modestes et si utiles serviteurs.

Par l'application d'une ferrure raisonnée et bien comprise, les maréchaux ont obtenu des résultats remarquables en diminuant notablement les maladies des membres et accidents du pied. Voici les améliorations demandées en 1881 par M. Aureggio pour les maréchaux de l'armée :

1° Le maréchal des logis, 1er maître-maréchal actuel, élevé au grade d'adjudant après un certain temps de service.

2° Les brigadiers, maîtres-maréchaux brevetés, rengagés et comptant au moins cinq années de grade, élevés au grade de maréchal des logis.

3° Un tableau d'avancement pour le grade d'adjudant, identique à celui des chefs armuriers.

4° La nomination à ce grade serait faite par voie ministérielle, car il est un fait bien connu : que tout maître-maréchal peut occuper l'emploi de son grade dans n'importe quelle arme.

Cette situation nouvelle, faite aux maîtres-maréchaux, leur permettrait d'avoir, comme les sous-officiers de carrière, une retraite un peu plus élevée, le droit de concourir pour un emploi civil et ils jouiraient d'une considération qui ne se rattache pas au grade de brigadier, même si ce dernier a vingt années de service.

Cette question a du reste été soulevée à la Chambre dès le 27 février 1902, par le député Fournier, lors de la discussion du budget de la Guerre ; et M. Aureggio a attiré l'attention du Parlement en 1903 sur cette amélioration urgente.

La dernière limite de deux ans porte un coup sérieux à la maréchalerie militaire ; c'est pourquoi le Ministre et les Chambres accorderont les avantages matériels que M. Aureggio a proposés dans son premier rapport de mission de 1881, en Allemagne, sur la *Cavalerie prussienne*. Elles seront soutenues par de nombreux députés ayant à leur tête les dévoués députés François Fournier, Comte d'Alsace Prince d'Hénin, et Félix Chautemps (séances des 8 février et 4 décembre 1907).

Voici l'exposé des motifs du rapporteur de la Commission de l'Armée en 1908 :

(Session ordinaire. — Séance du 6 avril 1908.)

RAPPORT fait au nom de la Commission de l'Armée chargée d'examiner la proposition de loi de M. François Fournier et plusieurs de ses collègues, relative aux maréchaux-ferrants militaires, par M. le Comte d'Alsace, Prince d'Hénin, sénateur.

Messieurs, la proposition dont notre honorable collègue M. Fournier a pris l'initiative répond à des besoins depuis longtemps reconnus, mais qui sont devenus particulièrement pressants depuis la mise en application de la nouvelle loi sur le recrutement de l'armée.

Déjà le Gouvernement s'est préoccupé de cette situation à diverses reprises et, suivant la promesse qu'il avait faite à la Chambre dans les séances des 27 février 1902 et 3 mars 1905, il s'est efforcé de réaliser toutes les améliorotions compatibles avec l'état des crédits dont il disposait. Les circulaires des 25 février 1906 et 31 janvier 1907, celle toute récente du 19 octobre, ont prescrit un ensemble de mesures destinées à attirer et à retenir dans l'armée les maréchaux-ferrants.

Mais l'expérience a montré l'insuffisance de ces mesures et la nécessité de recourir à d'autres et plus importantes améliorations. Votre Commission, pénétrée de l'urgence qu'il y a à solutionner la question d'une façon complète, s'est concertée avec le Gouvernement et a obtenu son adhésion au principe de la réorganisation proposée par notre collègue. Il a seulement paru nécessaire, étant donnée la hiérarchie actuelle des hommes de troupe, de réduire légèrement le nombre de sous-officiers maréchaux indiqué dans le texte de la proposition. Si, dans la suite, comme il en est question dans le projet de loi sur les cadres, le grade de brigadier est supprimé, il n'y aura aucune difficulté à faire passer sous-officiers deux des brigadiers maréchaux par régiment de cavalerie.

Votre Commission s'est également entendue avec le rapporteur du budget de la Guerre qui, dans son très remarquable travail, n'a pas manqué d'envisager la situation des maréchaux-ferrants et d'indiquer la nécessité d'une réforme.

PROPOSITION DE LOI

ARTICLE PREMIER. — Les maréchaux-ferrants militaires sont répartis suivant leur grade, de la manière suivante :

L'École de Maréchalerie de Saumur comporte en outre, un emploi de sous-lieutenant sous-directeur, dont le titulaire est recruté parmi les adjudants chefs d'atelier.

ART. 2. — L'abonnement de la ferrure des chevaux ou mulets sera attribué aux adjudants et aux maréchaux des logis.

ART. 3. — Les premiers aides sont choisis parmi les ouvriers maréchaux-ferrants ayant six mois de présence à l'atelier de maréchalerie régimentaire. Ils peuvent se faire commissionner ou contracter un rengagement dans les conditions prévues par la loi.

ART. 4. — Il sera établi à l'École de Maréchalerie de Saumur un cours d'instruction professionnelle supérieure, à la suite duquel seront délivrés, d'après l'ordre du classement de sortie, les brevets de maîtres-maréchaux-ferrants.

ART. 5. — Le grade d'adjudant est conféré aux maréchaux des logis pourvus d'un brevet supérieur dit de chef d'atelier, dont l'obtention est soumise aux conditions suivantes :

1° Être proposé par le vétérinaire inspecteur ;

2° Justifier d'une instruction primaire suffisante ;

3° Justifier de connaissances techniques et pratiques plus étendues que pour le brevet de maître-maréchal ;

4° Avoir douze ans de service au moins.

L'examen pour le second brevet est passé devant une Commission spéciale, comprenant au moins deux adjudants maréchaux.

ART. 6. — Les nominations au grade d'adjudant ou de maréchal des logis sont faites par le Ministre d'après des tableaux d'avancement distincts par arme et par subdivision d'arme. Les tableaux pour le grade de maréchal des logis sont établis d'après l'ordre de classement de sortie au cours de Saumur et, pour les adjudants, d'après l'ordre du classement de l'examen passé à Saumur conformément à l'article 5.

ART. 7. — Les sous-officiers maréchaux ne sont pas compris dans la proportion des trois quarts fixée par la loi pour les places de sous-officiers rengagés des régiments.

ART. 8. — Sont abrogées toutes dispositions contraires à la présente loi.

A ces améliorations matérielles des maréchaux, il faut ajouter la nécessité de perfectionner partout en France l'art de la maréchalerie en créant des écoles, des cours libres et en vulgarisant les meilleures méthodes de ferrer les chevaux l'été et l'hiver. Nous avons au cours de nos inspections vétérinaires dans les corps d'armée fait des conférences et condensé nos travaux sur la ferrure des chevaux en trois tableaux avec dessins et légendes sommaires.

Ces tableaux, placés sous les yeux des propriétaires et éleveurs et des maréchaux, contribueront à la connaissance rapide des méthodes ration-

nelles de ferrure. En s'inspirant des principes qu'ils rappellent, on évitera les abus qui prédisposent le cheval aux déformations du sabot et aux accidents des membres; enfin, leur étude vulgarisera les bons principes de ferrure qu'il est urgent d'appliquer dans l'armée comme dans les services civils.

La *15e Section* estimera avec nous qu'il est urgent d'encourager l'enseignement de la maréchalerie, comme dans les pays étrangers voisins, de faire des concours comme cela a été fait en 1907 à Reims, et à Poitiers en 1908.

Il est à désirer que la loi améliorant le sort des maréchaux de l'armée soit votée le plus tôt possible, dans l'intérêt de l'élevage et de la défense nationale.

Discussion. — M. LARUE complète la communication de M. Aureggio par des observations relatives à l'instruction technique des maréchaux et artisans ruraux. Il expose d'abord l'organisation actuelle des concours de maréchalerie, principalement dans la région de Sens où l'on donne des notes :

1° A la confection du fer;

2° A la parure du pied;

3° A la pose du fer et à l'aplomb.

Il exprime le vœu que ces concours soient organisés dans de nombreuses localités et à dates espacées de plusieurs années. Ces concours pourraient donner lieu à la tenue de petits congrès d'une durée de deux à trois jours, où agriculteurs et maréchaux recevraient des instructions sur :

1° Le pied du cheval (conférence faite par un vétérinaire);

2° Les instruments agricoles (conférence faite par un ingénieur agronome);

3° Les matières premières (fers, aciers, charbons) (conférence faite par un ingénieur métallurgiste).

Ainsi, on aurait, dans les milieux ruraux, des artisans plus instruits. Les agriculteurs auraient à leur disposition de bons maréchaux, de bons artisans. Il importe, en effet, de maintenir ces artisans dans nos campagnes et, pour cela, de les instruire et de les encourager.

M. F. CHRISTOPHLE

Président de la Société de Viticulture du Puy-de-Dôme (Clermont-Ferrand)

LA VITICULTURE EN AUVERGNE

(Rapport présenté à la Section.)

— 6 août —

SOMMAIRE

Le vignoble d'Auvergne s'étend dans le département du Puy-de-Dôme sur les coteaux qui longe l'Allier et sur les premiers contreforts des montagnes qui encadrent la Limagne.

Il occupe 3 0/0 de la surface du département, 21,000 hectares sur 800.000 et produit environ 600.000 hectolitres de vin.

Le cépage employé est le gamay à grains noirs et jus blanc, pouvant se vinifier en blanc ou en rouge.

Le vin est frais, vert, fruité, sans bouquet caractérisé ; vigoureusement constitué, il supporte, sans soins spéciaux, les voyages au plus fort de l'été, est excellent pour les coupages avec les vins du Midi et pour la consommation directe.

Très apprécié à Paris, Saint-Étienne, dans la Creuse, le Cantal, la Haute-Loire, etc., il se vend facilement 20 francs l'hectolitre, pris dans les caves du vendeur.

Le rapport comprend :

Historique. — Climat. — Altitude. — Superficie. — Production. — Prix. — Cépages. — Culture : 1. Colonage, Faire-valoir. 2. Tailles, palissages, échalassage. 3. Labours, main-d'œuvre, engrais. 4. Défense contre les intempéries, la grêle. — Vins, vinification, vente.

Les instances du distingué président de la section d'agronomie de votre Congrès m'ont décidé à vous donner un bref aperçu de l'état de la viticulture dans le Puy-de-Dôme. Je renverrai les congressistes soucieux d'approfondir la question aux ouvrages de MM. Goutay, Chavastelon et Vaudoit et vous adresse toutes mes excuses pour l'insuffisance de ce travail.

HISTORIQUE

La vigne a été cultivée dans le Puy-de-Dôme depuis un temps fort reculé, alors qu'il constituait la Basse-Auvergne, d'où le nom de vin d'Auvergne appliqué au vin de notre département ; le Cantal ou Haute-Auvergne n'en produit qu'une minime quantité.

J'emprunte à M. Goutay *(Le Vignoble d'Auvergne)*, quelques extraits d'écrivains anciens ou modernes de nature à intéresser le Congrès :

Nos plus anciens terriers (XIII^e^ et XIV^e^ siècles) mentionnent l'existence des vignes sur les côteaux de la Limagne où on les cultive encore. Au XVI^e^ siècle, la surface du vignoble, sur les côteaux des bords de l'Allier nous paraîtrait invraisemblable si les documents officiels n'étaient là pour attester l'extension jusqu'ici inconnue et même pas soupçonnée de ce genre de culture. Aucune statistique n'a été entreprise, elle serait longue et difficile à faire, mais les baux à métayage, les cens en vins, les enquêtes sur les dégâts de la grêle suffisent pour montrer qu'on cultivait la vigne à peu près partout où le raisin pouvait mûrir (chanoine Fouilloux).

Nous trouvons, dans l'*Histoire d'Auvergne*, du chanoine Pierre Audigier, mort en 1744, une curieuse nomenclature des crus renommés à son époque. Les localités qu'il indique sont encore celles où nous récoltons nos meilleurs vins.

Les vins, comme les blés, demeurent dans la province, parce qu'on ne peut pas les transporter commodément. Ils étaient autrefois, comme nous l'avons déjà dit, en grande réputation et faisaient un des revenus des plus considérables du pays. Les crus les plus renommés sont aujourd'hui ceux de Chaturgues et de Montjuzet à Clermont, de Nérat et de la Barre à Montferrand, de Pompignac et

de Bourrassol à Riom, de Ris, de Châteldon, de Beauregard, de Vollore, de Courpière, de Mirefleurs, de la Roche-Marniac, de Saint-Maurice, de Neschers, de Villeneuve, de Boudes, de Védrines, de Petit-Pérignat, à une lieue de Clermont et de quelques autres lieux. On ne mépriserait pas, sur les meilleures tables de Paris, ceux de Ris, de Châteldon, du Cru de Vollore, de Mirefleurs, de Corent, de Villeneuve, de Beauregard et d'un canton du Petit-Pérignat, nommé Dieu-le-Père, s'ils pouvaient être transportés sans demeurer longtemps en chemin.

A partir de 1730 ou 1735, on commença à envoyer les vins d'Auvergne à Paris par des bateaux qui descendaient l'Allier. Le chanoine Audigier, dans un autre passage de son premier volume, nous trace un tableau pittoresque de tous les mécomptes réservés aux expéditeurs.

En 1860, Baudet-Lafarge, secrétaire général de la Société d'Agriculture du Puy-de-Dôme, fit paraître un volume sur la situation agricole du département, où il résume fort bien l'état de la viticulture arvernoise au milieu du siècle dernier. Nous allons en reproduire quelques passages ;

La vigne occupe un long espace s'étendant du Nord au Sud, depuis la limite du département de l'Allier jusqu'à celle de la Haute-Loire, en traversant les arrondissements de Riom, de Clermont et d'Issoire. Le siège principal de cette culture, dans les cantons d'Aigueperse, Combronde et Riom, est sur la pente des côteaux servant de base à la chaîne des montagnes de l'Ouest. A partir de Clermont, et sans cesser de se montrer dans des dispositions analogues, dans les cantons de Clermont, Saint-Amand-Tallende, Veyre-Monton, Issoire, Saint-Germain-Lembron, et une petite partie de ceux de Champeix, Besse et Ardes, elle s'étend, dans la direction de l'Est, sur les cantons de Pont-du-Château, Vertaizon, Billom, Vic-le-Comte, Sauxillanges, et un peu sur celui de Jumeaux. C'est ce vaste territoire, où la vigne a une très grande importance, où, dans plus d'une commune, elle occupe le tiers et même la moitié du sol, que nous avons déjà qualifié de grand vignoble, tant à cause de son étendue que pour les quantités considérables de vin qu'il fournit à l'exportation.

La partie orientale a aussi son vignoble, mais d'une bien moindre importance. Comme l'autre, il touche, du côté du Nord, au département de l'Allier, mais il n'occupe qu'une partie assez restreinte des trois cantons de Châteldon, Thiers et Courpière. Là aussi, ce sont principalement les côteaux situés au pied des montagnes que l'on a consacré à la vigne. Le sol y est argilo-siliceux, plus ou moins compact.

Entre les deux principaux vignobles, on trouve çà et là, et même dans la Limagne, des espaces très restreints où s'est installée aussi la vigne, tantôt sur les parties où le terrain présente un relief bien marqué, tantôt quoique plus rarement, sur des sols en plaine.

CLIMAT — ALTITUDE — SUPERFICIE CULTIVÉE

Clermont-Ferrand est à peu près sous le même parallèle que Lyon et Angoulême et le département du Puy-de-Dôme est compris entre le 45° 17′ et le 46° 15 de latitude. L'altitude y varie de 260 mètres à 1.886 mètres. Ce dernier chiffre s'applique au pic de Sancy. Le sommet du Puy-de-Dôme atteint 1,465 mètres. L'ensemble du pays est très accidenté et l'on trouve, dans toutes ses parties, des collines, dont les pentes plus ou moins rapides se prêtent à merveille à la culture de la vigne jusqu'à l'altitude de 400 mètres environ.

La température moyenne de l'année, entre 300 et 350 mètres, est de 11 degrés

contre 12°,7 dans la Charente. La température moyenne de l'hiver est de 2°,5, comme dans le Beaujolais ; celle de l'été de 18 degrés contre 21 degrés en Beaujolais, soit un écart de 3 degrés en moins. De là l'intérêt que peuvent nous offrir les cépages précoces. Les variations de température sont considérables ; pour un thermomètre placé à découvert, elles vont jusqu'à 72 degrés dans le cours d'une année et jusqu'à 41 degrés dans l'espace de vingt-quatre heures. Le chiffre le plus bas serait de — 25 degrés et le plus élevé de + 47 degrés.

Les sommets dont nous avons indiqué l'altitude appartiennent à deux systèmes orographiques : les monts Dore et les monts Dôme, auxquels il faut joindre les montagnes du Forez ; ces trois chaines et leurs contreforts couvrent une grande partie du Puy-de-Dôme et s'étendent sur les départements voisins, dans le Cantal au sud, dans la Loire à l'est. C'est leur voisinage qui nous amène de brusques variations de température. Les gelées de printemps sont à craindre dans le Puy-de-Dôme jusqu'à la fin de mai, et il s'en produit parfois en automne, dès le milieu de septembre, avant l'époque normale de nos vendanges, qui ne commencent d'ordinaire qu'en octobre. Il en résulte que les vignes dont l'exposition laisse à désirer, donnent souvent de faibles récoltes et même pour l'ensemble du vignoble, la période de végétation est parfois très réduite. Ainsi, en 1897, le thermomètre est descendu à — 4 degrés le 15 mai et le 7 octobre. Nous avons vu que, pendant l'hiver, il s'abaisse certaines années à 20 degrés et au-dessous. C'est ce qui est arrivé en 1870 et en 1880, et beaucoup de vignes en ont souffert.

Avec les vignes greffées, il est donc indispensable de butter fortement les souches à l'entrée de l'hiver sans cette précaution on aurait à craindre la destruction totale de la partie française.

La superficie cultivée normalement en vignes dans le département semble être 28.000 hectares, cette surface que nous retrouvons en 1830, 1852, 1862 s'est augmentée de 1882 à 1890 pendant la période aiguë de la crise phylloxérique dans le Midi, époque où nos vins atteignaient le prix de 50 francs l'hectolitre et constituaient la culture la plus rémunératrice possible. Elle était de 35.000 hectares en 1882 (statistique officielle 29.244 hectares), s'est élevée à 45.000 hectares en 1890, puis sous les attaques phylloxériques est descendue à 39.635 hectares en 1893, à 22.000 hectares en 1905 et 1906.

En 1907, les Contributions indirectes nous donnent 17.000 hectares en valeur, le Ministère 15.970 et 5.688 hectares reconstitués, non encore en production, au total 21.658 hectares, soit moins de 3 0/0 de la surface totale du département, qui est de 795.568 hectares.

La reconstitution est aux trois quarts opérée et il faut souhaiter qu'elle procède avec prudence, car s'il y a moins de vignes qu'au milieu du siècle dernier, il y a peut-être plus de vin.

PRODUCTION

Le rendement des vignes nouvelles, sous l'influence de la greffe, de la sélection, des méthodes nouvelles de culture s'est largement accru. Le chiffre moyen, à l'hectare, était de 27 hectolitres ; nous le trouvons de 24^{h},68 en 1882 ; 24^{h},98 en 1892 ; 27^{h},69 en 1893 ; en 1907 il s'élève brusquement

à 36 hectolitres. Encore est-ce un minimum, que mes rendements depuis dix ans permettent de porter à 45 hectolitres, pour approcher de la vérité.

La production totale du département a été en 1882 de 721.742 hectolitres ; en 1887, 818.000 hectolitres ; elle s'élève en 1888, 1892, 1893 à 1.100.000 hectolitres (la statistique de 1892 donne 1.097.493), puis, elle diminue sous l'influence de l'invasion phylloxérique ; nous la trouvons en 1905 à 600.000 hectolitres ; en 1906 à 400.000 hectolitres ; en 1907, elle remonte à 582.412 hectolitres, ce qui donne une production moyenne bien supérieure à celle des vignes anciennes.

Le rendement des vignes greffées s'élève d'un quart environ ; le vin du vignoble actuel de 21.000 hectares sera aussi abondant que celui du vignoble ancien de 28.000 hectares, plus étendu mais moins productif.

PRIX

Un des dangers de la culture du vin, qui en fait presque une opération spéculative est l'extrême variabilité de ses cours. Le produit d'un hectare atteint parfois la valeur de la terre pour laisser les années suivantes un déficit, qui ne permet pas de payer les frais de main-d'œuvre.

L'usage est de vendre le vin par unité de 15 litres appelé *pot*. La tradition veut que ce soit le volume qu'un bon vigneron peut absorber dans sa journée de travail ; peu nombreux sont les cultivateurs qui pourraient de nos jours renouveler l'exploit habituel de leurs pères.

Voici quelques prix :

	Le pot.	L'hectolitre.
1723.	28 sols.	»
1725.	15 sols.	»
1727.	25 sols.	»
1729.	6 à 7 sols.	»
1730.	6 à 7 sols.	»
1847.	0 fr. 75 c.	5 francs.
1850.	0 fr. 75 c.	5 francs.
1863.	3 francs.	20 francs.
1866.	5 francs.	33 francs.
1880.	6 francs.	40 francs.
1882.	5 fr. 60 c.	37 fr. 50 c.
1890.	6 à 7 francs.	40 à 46 francs.
1905.	0 fr. 75 c. à 1 fr. 50 c.	5 à 15 francs.
1906.	3 fr. 45 c.	23 francs.
1907.	3 francs.	20 francs.

A titre d'indication, le prix de revient en petite culture est au moins de 0 fr. 20 c. le litre, 20 francs l'hectolitre, 3 francs le pot, mais peut descendre en grande culture au dessous de 0 fr. 10 c., 10 francs l'hectolitre, 1 fr. 50 c. le pot.

CÉPAGES

Le greffon dominant dans notre vignoble est le gamay dont il existe d'innombrables variétés non fixées, donnant une production plus ou moins

abondante ; le type dont on cherche à se rapprocher aurait les raisins courts, nombreux, à grains égaux, sucrés. Le raisin est noir, à jus blanc ; les gamays à grosse production sont dits gros gamays, gamays lyonnais, Nicolas, etc. Les autres : petits gamays, gamays fins, de la treille, des trois ceps, etc.

Le gamay fréau est planté comme teinturier ; productif, assez résistant à la pourriture et aux maladies, il est intéressant, mais ne doit pas dépasser un dixième des plantations, le vin étant alors moins frais, la couleur moins stable.

A côté nous trouvons les Limberger, Durif ou Pinot de l'Hermitage, donnant un bon vin blanc, Le Pinot vrai ou Neyrou, le Portugais bleu, le Noir Fleurien, Espinou, Damas noir, etc., et des hybrides de Seibel, de Couderc et d'Oberlin.

Quels que soient les porte-greffes ou greffons employés, l'influence du sol est prépondérante ; sans doute l'adaptation au sol, l'influence du greffon sur le porte-greffe, et réciproquement, se font sentir, mais il n'est pas possible d'affirmer que, dans les terrains indiqués pour chaque américain, les gamays sur 1.202, 3.309, 101-14, Lot, Riparia, 1.616, ganzins, hybrides de Berlandieri, donnent régulièrement une production plus grande ou un degré alcoolique plus fort sur tel ou tel de ces porte-greffes.

M. Gauthier-Lacroze avait fait un travail très intéressant sur les rendements et les degrés alcool-acide des divers gamays, cots, pinots de Montjuzet (Chanturges) ; M. Vaudoit, mon dévoué collègue à la Société de Viticulture, a repris ce travail, mais combien complexe maintenant avec les nombreux greffons, porte-greffes, hybrides.

Dans quelques années, nous saurons peut-être quelque chose de précis. Actuellement nous pouvons mentionner la haute teneur en alcool-acide, extrait sec des Oberlin en Auvergne.

595 a 7gr,48 d'acide et 14 degrés d'alcool. Analyse Chavastelon, 24 décembre 1905.

Bouquet Riesling a 5gr,2 d'acide, 12°,7 d'alcool. Analyse Chavastelon, 1907.

Voici quelques tableaux de M. Vaudoit, en 1905, au 25 septembre :

G. du Beaujolais, 1.202	1.072
G. de Bévy, 3.306	1.075
G. de Saint-Romain, 1202	1.080
G. Picard, Lot	1.072
G. d'Arcenant, 3.306	1.074
G. Jonnery, 157-11 récemment planté.	
G. des Gamays, Lot	1.074
G. de Bouze, sur lot, 25 septembre	1.071
G. Chaudenay ou Mourot, 1202, 25 septembre.	1.072
G. Fréau, 1202, 25 septembre	1.080
G. Castille, 3103, —	1.086

Gamay d'Auvergne	22 sept.	25 sept.	Poids de 5 ceps.
Sur Riparia-Rupestris, nº 3.309	1.068	1.074	16 kilogr.
— — nº 3.306	1.070	1.082	10 —
— — nº 101-10.	1.075	1.078	15 —
Sur Rupestris phénomène du Lot.	1.070	1.072	19 —
Sur Riparia-gloire de Montpellier.	1.070	1.073	11 —
Sur Solonis-Riparia nº 1.616.	1.070	1.072	20 —
Sur Mourgèdre-Rupestris, nº 1.202. . . .	1.075	1.078	20 —
Sur Aramon Rupestris Ganzin, nº 1 . . .	1.070	1.070	15 —
Sur Chasselas Berlandieri, nº 41-B. . . .	1.079	1.090	12 —
Sur Berlandieri-Riparia, nº 157-11	1.078	1.092	»
Sur Berlandieri-Riparia, nº 34-E	»	1.084	»

Au point de vue qualité du vin, le mélange d'un grand nombre de cépages à la cuve donne un supplément de finesse et de fruit appréciable et la plantation de quelques pieds de pinots, gamays fins, Oberlin, cépages blancs : chasselas, blanc fumé, en mélange aux gamays, est une pratique à recommander.

CULTURE

1º Colonage, faire-valoir ;
2º Taille, palissage, échalassage ;
3º Labours, main-d'œuvre, engrais ;
4º Défense contre les intempéries, la grêle.

I

La méthode ancienne d'exploitation viticole était, pour le petit propriétaire, le *faire-valoir* par lui-même, ou avec l'aide de journaliers ou domestiques pour les travaux importants ; pour la grande majorité, le *colonage*.

Cette méthode qui a rendu longtemps de grands services tend à disparaître, en raison de la multiplicité des travaux exigés par les nouvelles cultures et des connaissances techniques qu'elles supposent.

Elle est intéressante au point de vue épisodique et parce qu'elle peut revenir en honneur sous un nouveau cycle de culture.

Le propriétaire donnait son terrain à un colon ou à une série de colons, chacun prenait un quart d'hectare environ.

Le bail était fait pour vingt, trente, quarante, cinquante, quatre-vingt-dix neuf ans ou était perpétuel.

La durée, était en général, d'autant plus longue que l'altitude était plus élevée et le terrain moins bon.

De même, la part de vendange prise par le propriétaire variait de demi au quart du produit suivant ces mêmes déterminantes et la durée du bail.

Les baux de vingt et trente ans étaient, en général, à moitié fruits ; ceux de cinquante, les perpétuels au tiers ; ceux de quatre-vingt-dix-neuf ans, au quart.

Les baux perpétuels ont fait l'objet de procès nombreux et la Cour de Cassation, par un arrêt Fauchery, rendu, toutes chambres réunies, en 1863, a décidé que le propriétaire n'avait plus qu'un droit de créance, qu'il perdait en ne renouvelant pas son titre chaque trente ans, avant prescription acquise.

Cette jurisprudence, respectée par les Tribunaux, a causé des pertes sensibles à de nombreux propriétaires.

Le colon supportait, en général, tous les frais, sauf dans les baux à moitié où il recevait tout ou partie des échalas, et, depuis l'emploi du soufre et du sulfate de cuivre tout ou partie de ces substances.

Le faire-valoir direct se substitue à cette méthode. La main-d'œuvre humaine est plus rare, la lutte contre les insectes et les maladies cryptogamiques est difficile pour le colon, qui manque aussi d'argent pour l'achat des plans greffés, des engrais et ne fait pas, en temps opportun, les labours, à cause de ses foins, de ses moissons et autres récoltes.

Mon expérience personnelle m'a permis de constater que la production moyenne d'une vigne à colonage était le cinquième d'une vigne travaillée sous la direction du propriétaire.

II

La taille ancienne était uniquement la taille à coursons du Beaujolais et de la Bourgogne pour la majorité des sols et dans les terrains riches et profonds la taille Guyot modifiée, le long bois étant ployé en cercle dit arquet.

La vigne était palissée sur échalas avec un échalas par cep, deux dans le cas de taille Guyot, l'arquet étant attaché sur ces deux échalas eux-mêmes réunis, le sommet du plus petit au milieu du plus grand, dans la forme du lambda.

Aujourd'hui, le cordon unilatéral, permanent, portant une série de coursons à deux yeux, tend à se substituer aux autres tailles et le palissage sur fil de fer et piquets à l'échalassage.

Cette substitution a pour elle une raison d'économie de main-d'œuvre et de régularisation de production.

L'ensemble de l'installation : piquets, fil de fer, coûte environ 100 francs de plus à l'hectare que l'échalassage, mais le nombre de ceps est de 7.500 au lieu de 10.000, les plants étant à $1^{m},50$ l'un de l'autre dans la raie, d'où première économie.

L'échalas s'enlève chaque automne et se repique au printemps, le palissage est permanent : grosse économie de main-d'œuvre.

De plus, la taille à courson sur deux yeux très rapprochés de la base, non développés, retarde de quinze jours environ le départ de la végétation, avantage appréciable dans un pays de gelées tardives comme le Puy-de-Dôme.

Si l'on ajoute à cela la simplicité de la taille, les facilités des soufrages, sulfatages, et surtout la possibilité de substituer en grande partie pour les travaux aux façons à main d'homme les charrues, houes, soufreuses, pulvérisateurs à traction chevaline, on comprend l'évolution en faveur du fil de fer.

III

Les engrais sont peu dispendieux. Avec un labour profond d'hiver à la charrue, dit rasage, ramenant la terre du milieu de l'allée sur les souches et sept ou huit façons superficielles d'été à la houe, j'ai pu abandonner tous les engrais azotés, la végétation étant plutôt trop vigoureuse, sauf pour le 1.616.

Les engrais potassiques m'ont donné une légère diminution dans la quantité, sans que le mustimètre ait indiqué une maturation plus hâtive.

Seuls les engrais phosphatés accroissent la récolte ; un apport de 300 kilogrammes de scories, par hectare et par an, est largement suffisant et très efficace.

IV

Nos vignerons sont maintenant bien outillés pour se défendre contre l'oïdium et le mildiou. Ils ont entrepris de lutter contre la grêle.

Les syndicats des communes de Pérignat, Saint-Germain-Lembron, Chamalières, Issoire, etc., ont organisé des postes de fusées. Est-ce heureux hasard, détonations opportunes ? Ces pays, autrefois visités presque annuellement par le fléau, ont été épargnés depuis cette organisation.

Enfin, M. Grassion, mon dévoué collègue, organise une Société coopérative de vinification et vente qui pourra par ses installations scientifiques et commerciales faire faire de nouveaux progrès à notre viticulture.

VIN

Nous n'avons, comme crus, que Chanturgue en rouge et Corent en blanc. En revanche, de nombreuses communes privilégiées voient leurs vins recherchés par le commerce et obtiennent une prime qui a atteint jusqu'à 5 francs par hectolitre, citons Mirefleurs, Neschers, Sauvagnat, Boudes, Pérignat, etc.

M. Chavastelon, le distingué professeur à la Faculté des Sciences, a publié les caractéristiques de nos vins pendant plusieurs années. L'alcool varie de 7 à 9 degrés, le degré acidité est normal, le tannin abondant, l'extrait sec faible. La somme-alcool acide, en 1905, a été inférieure à 12,5 pour 40 0/0 des échantillons, l'acidité étant de 4 grammes seulement.

VINIFICATION

Elle est peu différente de celle que décrit M. Goutay :

Voici maintenant quelques détails sur la manière dont on faisait le vin il y a trente ou quarante ans. Les raisins, détachés du cep et placés dans des paniers

en osier par des femmes, étaient recueillis par des ouvriers porteurs de hottes (des berthes, dans l'idiome local), puis versés dans des comportes (bacholes) de 60 à 75 litres de capacité, où on les écrasait légèrement. De là, ils passaient directement dans les cuves. Dès qu'une cuve était pleine, on la foulait avec les pieds pour compléter le broyage. A partir du moment où la fermentation se manifestait en soulevant le marc, celui-ci était piétiné une ou deux fois par jour, dans le double but de parfaire encore le broyage et de mélanger les parties solides et liquides du raisin. pour empêcher l'acétification. Enfin, lorsque la fermentation diminuait sensiblement, on se bornait à un arrosage quotidien du marc, avec du liquide pris au pied de la cuve, jusqu'au moment du décuvage. La durée du cuvage variait de dix à vingt jours, en raison directe de la capacité des cuves.

Comme pratique spéciale, je signalerai le chauffage artificiel des moûts. Indépendamment de son emploi pour les années froides où les cuves ne se décident pas à partir, il était d'un usage habituel, dans un petit nombre de localités. Une partie du moût, soutirée avant toute fermentation et portée à une température de 60 à 70 degrés, était reversée dans la cuve. On arrivait ainsi à obtenir des vins plus bouquetés, mûrissant plus vite, mais qui passaient pour manquer de solidité.

L'effort de la Société, secondée par M. Chavastelon, consiste à généraliser une propreté méticuleuse de tous les vaisseaux vinaires, l'emploi de l'acide sulfureux dans les années où les botrytis et le pénicilium glaucum font des ravages, l'usage de pieds de cuve ou de ferments sélectionnés et actifs, l'emploi du broyeur à bras et mécanique substitué au broyage de la vendange avec les sabots, le remontage du moût et son aération en remplacement du foulage de la cuve avec les pieds, le décuvage dès que le sucre est transformé en alcool, de façon à réduire le temps de contact du vin avec les raffles et les pépins et à obtenir un maximum de finesse et de bouquet dans les produits.

Les soutirages en temps utile sur mèche, l'ouillage des fûts rentrent dans les habitudes.

De la sorte, les vins sont naturellement brillants et vifs, les filtres sont inutiles et inconnus. La pasteurisation, nécessaire pour les exportations en Amérique ou en Chine, est encore à l'état d'expérience; le producteur, l'acheteur, le consommateur lui sont également hostiles, pour le commerce intérieur.

Les vins sont conservés dans des caves profondes, parfois immenses et éloignées des cuvages, comme à Aubière, parfois placées sous les cuvages mêmes pour diminuer la main-d'œuvre.

L'idéal, souvent facilité par les pentes rapides, est un ensemble à trois étages : cave profonde, cuvage au rez-de-chaussée, d'un côté, en sous-sol, de l'autre; deuxième étage, en rez-de-chaussée, d'un côté, où la vendange arrive, est vidée dans les broyeurs placés immédiatement au-dessus des cuves; le vin s'écoule dans les foudres par des tuyaux : aucune perte de temps, aucune pollution des produits, minimum de main-d'œuvre. Une

de ces installations modèles est celle de M. Joany, à Pérignat-les-Sarlièves.

VENTE.

L'usage du pays est la vente en gros sur place. Le vin est acheté par les courtiers du pays accompagnant des négociants auvergnats ou étrangers. Le prix est fait aux 15 litres, prix hors la cave du vendeur, l'acheteur amenant ses fûts qui sont remplis sur place, le paiement fait comptant à chaque livraison.

Depuis quelques années, les acheteurs étant devenus plus rares à la suite de la destruction des vignobles, certains propriétaires ont vendu directement à une clientèle qu'ils se sont créée sur place ou au loin : de ce nombre, sont MM. Vernière, Cibrand, le regretté M. Soisson.

D'autres ont constitué des coopératives de vente, à Clermont même. Je citerai *Saint-Verny*, appartenant à MM. Salveton, Désanges et Joany.

Chaque année, le syndicat départemental agricole, sous la présidence du dévoué M. Cote-Blatin, organise, à Paris, au concours général, une exposition de vins d'Auvergne qui nous permet de rester en contact avec nos acheteurs parisiens.

De son côté, la Société de Viticulture organise des concours à Clermont chaque fois que les circonstances s'y prêtent.

Une commission d'exportation de la Société d'Horticulture, présidée par l'actif M. Vernière, président du Syndicat de Saint-Germain-Lembron, recherche des débouchés à l'étranger et possède, dès à présent, une documentation et des relations qui nous font espérer aboutir sans grand risque dès que nous aurons des appareils de pasteurisation aux magasins généraux de Clermont.

Actuellement, la production du département, inférieure à la normale, s'écoule facilement sur place, dans nos montagnes, dans les départements voisins, Cantal, Creuse, Loire, à Paris. Si nous connaissons, hélas! les fluctuations des cours, la mévente ne se fait pas trop sentir et la moyenne de nos prix dépasse largement celle des vins en France :

En 1882 :	en France	33,85
—	Puy-de-Dôme.	37,52
En 1892 :	Puy-de-Dôme.	39,55
En 1907 :	Puy-de-Dôme.	20, »

M. J. VEYRET

Professeur d'Agriculture (Ambert) (Puy-de-Dôme).

PRAIRIES ET PATURAGES. — TOPOGRAPHIE AGRICOLE ET CLIMAT

(Rapport présenté à la Section.)

— 7 août —

Comme tous les pays formés à la fois de plaines et de montagnes, le département du Puy-de-Dôme possède des sources de richesse agricole très variées quant à leur nature, et très diverses aussi sous le rapport de leur fécondité respective. On peut le diviser en deux régions agricoles bien distinctes, les montagnes et la plaine.

Celle-ci se compose de tout le bas pays, auquel s'ajoutent naturellement les plateaux et les coteaux formant la base des montagnes, jusqu'à la hauteur ou s'arrête la vigne. Tout le reste appartient à l'autre région dont quelques points sont à une grande altitude au-dessus du niveau de la mer. (Le Sancy, 1.886 mètres). Chacune de ces deux régions se divise aussi en deux parties. D'un côté, c'est la plaine proprement dite, où la Limagne occupe la plus grande place; de l'autre, ce sont les pentes qui doivent bientôt, en se prolongeant, se fondre dans la région supérieure. Dans celle-ci, dont la partie la moins élevée est qualifiée de demi-montagne, les vallons, leurs bordures immédiates et les plateaux jusqu'à la zone où ne peuvent utilement pénétrer les travaux du cultivateur, forment une division agricole que son aptitude à produire des végétaux farineux, féculents ou textiles, des prairies irriguées et même des prairies artificielles, distingue très nettement de celle qui la domine, et dont les produits naturels sont les bois de sapins, de hêtres et les pâturages. Ces pâturages souvent fort riches, couvrent des cimes plus arrondies qu'escarpées, où les rochers peuvent bien quelquefois percer le sol, mais sans présenter (sauf une exception pour les Monts-Dores) ces arêtes aux mille formes pittoresques, et souvent couvertes de neiges éternelles.

La richesse agricole existe en quelque sorte naturellement au plus bas et au plus haut du territoire du département. Le sol de la Limagne serait susceptible de produire sans de grands efforts de travail. Les pâturages, surtout sur les parties élevées des Monts-Dores et des montagnes de l'arrondissement d'Ambert, se couvrent spontanément d'herbes et il suffit de les garnir, à certaines époques de l'année, du bétail le plus apte à les consommer utilement. Auprès d'eux, les forêts n'exigent d'autres soins que les éclaircies, la coupe et l'enlèvement des arbres.

Voici, d'après la statistique agricole de 1892, la répartition des prairies dans le Puy-de-Dôme avec leur rendement et leur valeur.

CLASSES DE PRAIRIES	SUPERFICIE CULTIVÉE	RENDEMENT		VALEUR		ANNÉE MOYENNE RENDEMENT PAR HECTARE	DURÉE DE LA SAISON DU PATURAGE
		MOYEN PAR HECTARE	TOTAL	MOYENNE DU QUINTAL MÉTRIQUE	TOTAL		
	Hectares.	Quint.	Quintaux.	Fr. c.	Fr. c.	Quint.	m. et j.
1° Prairies naturelles.							
A. — Prairies irriguées naturellement par les crues de rivières.	24.789	39.8	986.602	6.50	6.412.913 »	42.9	4 mois.
B. — Prairies irriguées à l'aide de canaux d'irrigation ou de travaux spéciaux.	44.068	38.3	1.687.804	6.50	10.970.726 »	40.7	3 m. 15 j.
C. — Prairies non irriguées	28.647	36.4	1.043.670	7.20	7.537.687 »	35.1	4 mois.
D. — Herbages pâtures de plaine	28.872	23.8	687.651	6.30	4.351.751 »	22 6	5 m. 15 j.
E. — Herbages pâtures de coteaux	40.614	18.3	744.758	6.30	4.490.504 »	19.2	5 m. 15 j.
F. — Herbages pâtures alpestres	16.384	14.1	231.286	5.40	1.242.629 »	14.7	5 m. 15 j.
2° Prés temporaires.							
G. — Prés temporaires.	2.173	37.4	81.417	5.58	454.689 »	37.8	
3° Prairies artificielles.							
H. — Trèfles.	23.187	43.0	997.041	5.90	5.882.542 »	46.5	
I. — Luzerne	4.818	50.4	242.827	6.70	1.626.942 »	60.7	
J. — Sainfoin.	8.201	41.5	340.341	6.80	2.314.319 »	53.5	
K. — Mélange de légumineuses.	4.413	34.4	151.807	6.40	971.565 »	47.8	
TOTAUX.	225.466		7.195.204		46.256.269 »		

Ainsi, d'après la statistique décennale de 1892, l'étendue totale enherbée dans le Puy-de-Dôme serait donc de 225.466 hectares, produisant, en moyenne ou annuellement, 7.195.204 quintaux de foin, d'une valeur moyenne de 46.256.269 francs.

Dans la Limagne, les prairies artificielles, luzerne, sainfoin et trèfle, prospèrent à merveille; les prairies naturelles, souvent plantées de magnifiques vergers de pommiers et bien arrosées avec les eaux descendant des montagnes, donnent de bonnes et abondantes récoltes de foin et de regain.

Entre la prairie proprement dite et la montagne, les prairies naturelles occupent les sols naturellement humides, et, moins heureusement irriguées que celles de la plaine, produisent généralement aussi en moindre quantité de moins bons fourrages.

Sur les sols calcaires de cette région, les diverses prairies artificielles

prospèrent; ailleurs, le trèfle seul réussit, et, dans certains endroits, dans la région granitique, gneissique et micaschisteuse, grâce seulement à l'apport de la chaux.

Dans la région de la montagne, les prairies naturelles bien irriguées abondent.

Sous le rapport topographique, ce département peut être comparé à un vaste cirque dont la muraille, au nord seulement, est formée par de petits coteaux coupés en un point pour livrer passage à l'Allier, et de tous les autres côtés par des montagnes, d'abord de faible altitude aux deux extrémités du côté nord; et l'on pourrait dire qu'elles s'élèvent *graduellement* jusqu'aux environs de la courbure où se trouvent. au sud-ouest, les Monts-Dores, au sud-est les montagnes d'Ambert, avec Pierre-sur-Haute comme point culminant, si deux faîtes élevés, au levant Moutoncelle, au couchant le Puy-de-Dôme, n'interrompaient cette gradation.

Tout l'espace compris entre ces bordures de montagnes, et dont la Limagne est la plus basse aussi bien que la plus riche partie. se trouve ainsi sans abri du côté nord. Du côté sud, au contraire, de hautes montagnes, avec leur enveloppe de neige, lui interceptent pendant tout l'hiver les courants d'air moins froid qui sans elle lui viendraient des régions méridionales. L'inclémence ainsi que la durée, assez grande parfois, de ses hivers et l'incertitude de ses printemps sont probablement l'effet de ces causes réunies, qui lui font un climat moins doux et moins régulier que ne semblerait le vouloir sa latitude.

Deux rivières principales, l'Allier et la Dore, traversent le département dans sa plus grande longueur du sud au nord, et se réunissent, après avoir coulé presque parallèlement, un peu avant le point où l'Allier pénètre dans le département auquel il donne son nom.

De nombreux affluents descendent des montagnes de l'est et de quelques-unes de celles du sud dans la Dore; des montagnes de l'ouest, ainsi que de l'autre partie de celles du sud, dans l'Allier.

Les alluvions formées par ces deux rivières présentent de grandes différences, celles de la Dore sont peu fertiles; celles de l'Allier, au contraire, se font remarquer par leur richesse en éléments fertilisants.

La première de ces deux rivières et ses affluents coulent sur des sols granitiques et siliceux; la seconde et les ruisseaux qui lui amènent leurs eaux traversent non seulement des terrains semblables, mais aussi des terrains éruptifs ou des terrains sédimentaires, des sols volcaniques ou calcaires.

Un plateau argilo-siliceux sépare ces deux bassins près du point où ils se réunissent. A son autre extrémité, ce même plateau, qui se relève progressivement pour se confondre avec les montagnes du sud-est et du sud, reste argilo-siliceux dans sa partie orientale, du moins à la surface, tandis

qu'il prend les caractères des terrains de la Limagne sur la lisière qui borde la vallée de l'Allier, et il participe à sa fertilité.

Prairies naturelles. — En Limagne les prairies artificielles ont été la cause indirecte de la destruction de beaucoup de prés naturels.

En général, les prés n'ont été conservés que là où ils peuvent être aisément arrosés, là aussi où le sol retient trop l'humidité pour se prêter avec avantage à d'autres cultures, et, enfin, quand la prairie est en même temps un verger, quand elle est pré-verger.

Dans cette région, bien des ruisseaux ont leur lit peu profond jusqu'à une distance plus ou moins grande de la base des montagnes dont ils descendent. C'est par leur réunion que se sont formés la plupart des petits vallons peu nombreux par lesquels la Limagne est coupée sur quelques points. Les barrages sur ces cours d'eau, coulant presque au niveau du sol, et, d'ailleurs, très peu larges dans la première partie de leur cours, étaient faciles à établir. Les eaux font défaut seulement pendant les grandes sécheresses.

Quand les vallons sont un peu profonds, comme cela a lieu pour quelques ruisseaux de moindre importance, il n'y a plus d'irrigation proprement dite; les débordements, l'infiltration et les sources sortant des pentes latérales, les eaux pluviales enfin descendant des plaines supérieures, sont les seuls moyens, très souvent insuffisants, d'approvisionner les prés en eau.

Dans les vallées beaucoup plus larges de la Dore, à partir de Courpière, et surtout de l'Allier, les prairies font presque absolument défaut, ou plutôt elles n'existent qu'au débouché de leurs affluents, là où elles peuvent être arrosées par eux. Nos deux principales rivières sont ainsi perdues pour l'irrigation. A la vérité, leur régime torrentiel met de très graves obstacles à leur dérivation. Peut-être serait-il plus prudent aux riverains de semer des plantes fourragères de longue durée dans leurs champs, que de persister à cultiver, à labourer les terrains exposés aux ravages de l'inondation.

Hors de la Limagne, les prairies naturelles se sont beaucoup mieux maintenues, et il y a plutôt tendance à en accroître l'étendue qu'à la restreindre. Sur certains plateaux à sous-sol argileux qui la dominent, beaucoup d'étangs grands ou petits avaient été créés dans des temps reculés. La plupart de ces étangs ont été détruits et transformés en prés, quelques-uns de ces étangs ont été conservés, principalement en vue de créer des moyens d'irrigations sur des points où sans eux les eaux ne pourraient être amenées d'une manière utile.

Plus que tous autres, les montagnards reconnaissent la très grande utilité de leurs prés, et ils ont de bonnes raisons pour cela. Telles sont : la courte durée de la saison où se font les cultures, les mauvaises chances

que le climat fait courir aux céréales et le faible produit de celles-ci, enfin les bénéfices plus assurés que leur procure le bétail. Nous pourrions citer aussi l'abondance des eaux, qui, soit qu'elles se trouvent rassemblées en petits ruisseaux au fond des vallées d'où elles sont faciles à dériver, soit qu'elles jaillissent en sources, sont habilement utilisées par ces cultivateurs.

Ces dernières sont soigneusement recueillies dans des réservoirs (serves, gours) où elles sont accumulées ainsi que les eaux pluviales, pour être répandues en temps opportun et en volume suffisant pour devenir efficaces.

Les prés de la plaine, partout où leur surface est plane, ou très peu déclive, sont irrigués par submersion. Hors de cette région, l'emploi des rigoles (razes, bizeaux) de distribution des eaux est de toute nécessité. Le coup d'œil plus ou moins sûr de l'irrigateur est le plus ordinairement son seul guide dans ce genre de travail.

L'usage le plus général est d'amener l'eau sur les prés au printemps, et quand on le peut, en été, pour provoquer la pousse des regains. Toutefois dans plusieurs communes, cette opération se fait aussi en hiver. Quelques prés reçoivent du fumier, mais aujourd'hui la fumure des prairies se fait par l'apport des engrais chimiques. Dans certains endroits on délaie le fumier dans les serves pour améliorer l'eau d'irrigation, cette méthode est peu répandue.

Dans les montagnes d'Ambert, les prés placés au-dessous des jasseries sont fumés au moyen des eaux qui, après avoir lavé les étables, sont recueillies dans des réservoirs.

La culture des prairies artificielles est, depuis longtemps, définitivement fixée dans la Limagne. Il n'en est pas de même sur les plateaux argilo-siliceux, et dans la basse région des montagnes granitiques ; la nature peu favorable du sol contrarie l'extension de leur culture, mais nous tenons à constater un fait important, c'est le progrès que la culture du *trèfle* surtout a déjà fait et continue de faire, sur certains terrains autrefois réputés réfractaires, depuis que des fumures plus abondantes, des chaulages et l'introduction des engrais phosphatés leur ont donné des propriétés dont la nature ne les avait pas pourvues.

Les prairies temporaires sont cultivées sur une petite échelle dans la montagne et même dans le département tout entier (2.173 hectares en 1892).

Pâturages. — Les pâturages existent à tous les étages, depuis les lieux les plus bas jusqu'aux plus élevés du département, du fond des vallons où coulent l'Allier et la Dore aux sommets de Pierre-sur-Haute (1.640 mètres) et du pic de Sancy (1.886 mètres), mais c'est seulement dans un certain rayon autour de ces deux points principaux, que se trouvent de

véritables herbages. Ceux-là seuls pendant toute la belle saison, sans le secours d'aucun autre fourrage, suffisent à la nourriture lucrative de nombreux troupeaux de bêtes à cornes appartenant aux races ferrandaise et salers. Les herbages, pâturages qui occupent un assez vaste espace autour du pic de Sancy (point culminant des Monts-Dores) en s'étendant sur les cantons de Besse, Ardes, Latour, Rochefort, et sur la partie la plus élevée de celui de Saint-Amand-Tallende, doivent avoir ici une mention spéciale, motivée par leur qualité et par le mode d'exploitation auquel ils sont soumis. Toute cette contrée, à cause de sa configuration et de sa grande élévation au-dessus du niveau de la mer, doit être qualifiée de *montagne ;* mais l'usage y a prévalu de donner aussi à ce mot une qualification toute spéciale. Il est devenu synonyme de pâturage et s'applique à tout herbage situé sur les plateaux élevés ou encore sur ces vastes proéminences ou puys qui dominent ceux-ci.

La destination de ces *montagnes* varie en raison de leurs qualités. Il y en a :

1° Pour les vaches à lait ;

2° Pour les vaches à engraisser ;

3° Pour les vaches de trait ;

4° Pour la jeunesse, veaux et velles.

Les meilleures montagnes sont affectées aux bêtes à lait ou à engraisser ; Celles de deuxième qualité, aux jeunes bêtes destinées au trait ; les moins bonnes pour les élèves de moins de trois ans.

L'importance des unes et des autres se mesure par le nombre de bêtes qu'elles peuvent nourrir convenablement, chacune suivant sa nature, plutôt que par leur étendue ; on dit donc une montagne de tant de têtes d'herbage, ce qui correspond environ à un hectare pour une tête.

Ces pâturages sont sans haies ni arbres. Des bornes ou des fossés marquent seuls les limites des propriétés.

Les *montagnes* sont assez généralement annexées à des domaines situés dans les vallons et sur les plateaux inférieurs du voisinage, où l'on peut se livrer à la production des céréales et autres plantes de grande culture. C'est de ces domaines, largement pourvus d'ailleurs de prairies naturelles, que part chaque printemps, vers le 15 mai, pour les hauts pâturages, un nombreux bétail destiné à en revenir vers le 15 octobre, à l'approche de l'hiver toujours précoce et rigoureux sur ces hauteurs.

Ce mode de dépaissance se nomme *estivage*, *estive*, dans le langage du pays. On ne garde, dans les fermes, pendant la saison de l'estivage, que les animaux dont on a besoin pour le travail (bœufs et taureaux de deux à quatre ans).

Si les vaches du domaine sont en nombre insuffisant pour garnir la montagne, ce qui arrive presque toujours, on en achète au printemps sauf

à les revendre en automne, ou bien on en prend d'étrangères en *estive*. Le canton de Rochefort en fournit un grand nombre à ceux qui en manquent.

Toute montagne affectée aux vaches à lait a un *buron* appelé aussi *cabane*. C'est un petit bâtiment, quelquefois assez solidement construit en maçonnerie. Ce réduit est de 60 centimètres en contre-bas du sol, c'est là que le vacher habite et travaille le lait.

Jasseries. — Nous croyons pouvoir étendre à une certaine catégorie d'herbages situés dans les parties les plus élevées de l'arrondissement d'Ambert la dénommination de *jasseries*, qui appartient plus spécialement à des groupes de bâtiments servant à l'exploitation de ces pâturages pendant la belle saison seulement.

Quelques analogies existent entre les herbages des montagnes d'Ambert et ceux de la chaîne opposée que nous venons de décrire sous la qualification spéciale de *montagnes ;* mais on remarquera de notables différences, — quant à leur nature et au mode d'exploitation qu'on leur applique.

L'analogie résulte de la grande hauteur à laquelle les uns et les autres se trouvent, de leur situation au delà des derniers terrains cultivés, de la spéculation que l'on y fait sur le lait. Le personnel chargé de le recueillir, de le transformer et de la garde du bétail, est le même dans les deux cas. Les dissemblances sont assez capitales. Les jasseries produisent non seulement du fromage, mais encore du beurre ; en second lieu, il n'y est question ni d'élevage pour la vente, ni d'engraissement. De plus, le bétail est ramené chaque soir dans les étables où il passe les nuits et reçoit un complément de nourriture.

En général, les *burons ou cabanes*, au lieu d'exister isolément sur chaque herbage, sont placés au nombre de douze à quinze, à 300 ou 400 mètres les uns des autres, à de bonnes expositions et sur une même ligne horizontale. L'intervalle qui sépare deux burons s'appelle le *jardin*. Des choux et un peu d'avoine sont les seules plantes que l'on y cultive. Ces choux de la variété dite choux fourrager si répandue dans le pays, sont consommés par les vaches ; il en est de même de l'avoine que l'on coupe, toujours, en vert. Ce sont ces groupes de bâtiments qui forment les jasseries proprement dites.

Ces burons se distinguent aussi de ceux des montagnes des Monts-Dores par leur destination et leur construction. Ils servent non seulement de logement au vacher et à son vacheron ou aide et d'atelier pour la fabrication du beurre et du fromage, mais encore ils contiennent une étable pour vingt-quatre vaches environ, un taureau et trois ou quatre veaux de l'année et au-dessus de cette étable se trouve un grenier à foin disposé, grâce à la déclivité du terrain, de manière que les chars puissent y entrer avec leur charge. Il importe que la provision de foin soit conservée le

mieux possible pour les besoins de la campagne suivante, et que l'étable se retrouve, à la même époque, en état de recevoir les vaches.

L'emplacement des jasseries a été choisi au-dessous du point le plus élevé où l'on ait pu amener l'eau dérivée d'un petit ruisseau, au moyen d'un canal commun, d'où elle est distribuée dans des réservoirs en nombre égal à celui des étables.

Le bétail repose dans celles-ci sur un plancher au bas duquel est ménagé une rigole, où les déjections sont balayées par les eaux d'irrigations, qui, partant des réservoirs, traversent chaque jour les étables, les lavent et les débarrassent de leurs miasmes, leur courant y établissant une utile ventilation. Ces eaux de lavage des étables vont fertiliser en les irriguant des prairies fauchables, situées en aval des étables. Toutes les vaches ne vont pas à la même époque en montagne. Le plus souvent les propriétaires sont obligés par des droits d'usage d'attendre l'époque fixée pour l'ouverture de la saison du pâturage.

L'herbe de ces pâturages se fait bien plus remarquer par la richesse de ses principes nutritifs et toniques, que par son abondance et par la vigueur de sa végétation. La bruyère s'y mêle souvent, surtout vers les faîtes les plus hauts. Les vaches savent trouver entre ses touffes les plantes plus succulentes qui s'y développent; elles ne dédaignent même pas les tiges de bruyère quand elles sont tendres; aussi les vachers, pour provoquer la production de ces pousses dont s'accommode leur bétail, prennent-ils la précaution de faucher les vieilles bruyères, ou d'y mettre le feu, que le vent se charge d'activer et de propager.

Le parcours a lieu aussi dans les bois ; on les réserve pour les jours de bourrasque, quand les vaches ne peuvent plus tenir en montagne.

Les troupeaux se complètent parfois par des génisses reçues pour la saison à raison de 15 à 20 francs par tête et à partir de l'époque où les bêtes peuvent trouver toute leur nourriture sur les herbages.

Quelquefois aussi, ce sont des vaches dont le prix de location est assez variable, 15 francs environ.

D'autres fois encore, c'est le droit de parcours qui est cédé moyennant 4 à 5 francs par tête à un voisin qui reste chargé des frais de garde, de logement, etc.

En terminant, nous ajouterons qu'au point de vue géologique, l'on ne rencontre qu'une masse uniforme de granites et de roches anciennes granitoïdes; quelques pointements de basalte, de forme remarquable (les pierres basanes, par exemple), la percent ça et là ou la disloquent sans venir au jour.

La masse végétale presque entière est constituée par quatre espèces seulement et des plus vulgaires : en sorte que presque rien, au premier aspect, ne donne une note d'altitude ; et qu'il faut chercher pour en

trouver une caractéristique, des plantes disséminées comme les gentianes et les arnicas, ou cachées dans cette masse comme les herbes les plus humbles.

A. Espèces principales :

1. Calluna Vulgaris Salesb. qui forme seule près des trois quarts de la masse; en patois, Breïer, Breiass.
2. Hypericum quadrangulum L.
3. Genista pilosa L.
4. Potentilla Tormentilla Neck.

B. Espèces moins invariablement présentes, mais, quand elles existent, abondantes et en proportion très notable dans la masse :

1. Genista sagittalis L.
2. Genista purgans L., par groupe compact; en patois Janèt Griat.
3. Vaccinium Myrtillus R.; en patois (Aurellier, d'aurelles) auvergnat : Iridi, des airelles.

Ces trois espèces surtout au voisinage des bois, ou succédant à des bois ruinés :

4. Vaccinium uliginosum L.
5. Nardus Stricta L.; en patois, Piou-de-chin (poil de chien).

C. Espèces, au contraire, caractéristiques, présentes presque partout, mais sans entrer dans la masse pour une proportion bien notable un dixième ou à peine davantage :

1. Anemone nemorosa L.
2. Thlaspi alpestre L.
3. Viola sudetica Willt.
4. Dianthus silvaticus Hopp.
5. Selinum pyreneum Gouan.
6. Meum athamanticum Jacq.; en patois, Meïrm, Méon.
7. Cenopodium denudatum Koch.
8. Arnica montana L.
9. Antennaria dioica Gaertn.
10. Hypochœris maculata L.
11. Gentiana lutea L.; en patois, Gensanne.
12. Thymus sepyllum L.
13. Danthonia decumbens D. C.
14. Festuca duriuscula L.; en patois, Fétchaul.
15. Lycopodium clavatum L.

D. Enfin, quelques arbustes disséminés, pour la plupart émissaires d'autres sociétés végétales, ou témoins d'un état antérieur différent :

1. Salix aurita L.; en patois Sauze, Vorze.
2. Salix repens L.; en patois, Vorzille.
3. Populus tremula L.; en patois, Trombl.
4. Betula Alba L.; en patois, Biet.
5. Pinus silvestris L.
6. Juniperus communis L.: en patois Janouéré.

E. Constatation négative qui a sa valeur : la bruyère cendrée (Erica cinerea L.) si fréquente en société avec la bruyère commune dans les landes du Centre, du Bourbonnais et du Limousin, par exemple; n'existe absolument pas ici.

Toutes les plantes que nous venons de citer se trouvent entre 1.300 et 1.400 mètres d'altitude.

Comme complément à ce rapport sur les pâturages de Pierre-sur-Haute, nous signalerons les plantes caractéristiques relativement nombreuses de la tourbière.

La bruyère y peut vivre encore, et en abondance, sauf dans les parties réellement très profondes et noyées d'eau ; avec elle :

1. Trifolium spadiceum L. (1).
2. Saxifraga stellaris L.
3. Oxycoccos palustris Pers.
4. Andromeda palifolia L.
5. Salix aurita L.
6. Salix repens L.
7. Orchis maculata L.
8. Juncus filiformis, squarrosus, supinus, etc. (2).
9. Eriophorum vaginatum L. (3)
10. Carex ampullacea, canescens, OEderi, stellulata, vesicaria, etc.
11. Molinia cœrulea Mœnch.
12. Pinus montana L.
13. Polytrichum (espèces diverses).
14. Sphagnum (espèces diverses).

Encore une station spéciale, enfermée dans la lande et différenciée par des influences accessoires, ici artificielles : ce sont les fumées (prés irrigués) et les places humides, à sol fertile, relativement abritées, au voisinage des jasseries.

Plusieurs plantes s'y localisent : les unes franchement adventices, introduites par l'homme ; les autres préférant simplement ce milieu plus fertile que la bruyère.

Ce sont de grandes herbes :

1. Ranunculus aconilifolius L.
2. Trollius europœus L. (4).
3. Geranium silvaticum L.
4. Alchemilla vulgaris L.
5. Heracleum sphondylium L.
6. Phyteuma spicatum L.
7. Centaurea nigra L.
8. Cirsium palustre L.
9. Rhinanthus major Ehrh.
10. Polygonum bistorta L.
11. Urtica dioica L.
12. Veratrum album L. (5).
13. Narcissus pseudo Narcissus L.
14. Arum maculatum L.

Au-dessus de 1.500 mètres, la bruyère, moins dense, laisse place à une sorte de pelouse. Les herbes qui la composent se défendent du vent, soit par leur port rampant, soit par leur petite taille, leur structure robuste, trapue ; de la sécheresse, par leurs feuilles velues, ou coriaces, ou bien encore très étroites. Raretés à part, les plus caractéristiques sont :

1. Dianthus monspessulanus L.
2. Trifolium alpinum L. (6).
3. Alchemilla alpina L.
4. Serratula monticola Bor.
5. Campanula linifolia Lamk.
6. Vaccinium Vitis-Idœa L.
7. Thesium alpinum L.
8. Nardus stricta L.

(1) Trioul (ou), nom qui s'applique à tous les trèfles, sauf T. alpinum, Trioulou blanc, comme F. repens.

(2) Jon. s. m.; de Jou, m. pl.

(3) Minon s. m.; de Minou m. pl., nom qui s'applique aussi aux chatons des peupliers, saules, etc.

(4) Tome s. f.

(5) Garore s. m. (auvergnat : varairi s. m.)

(6) Rigolesse, s. f. (Remuet).

Dans les rochers, et jusqu'à ceux des plus hauts sommets (1425 à 1640 mètres) l'association végétale caractéristique est une réunion d'arbrisseaux et de grandes herbes :

A

1. Sedum maximum Hoffm.
2. Valeriana tripteris L.
3. Adenostyles albifrons Reichb.
4. Doronicum austriacum Jacq.
5. Centaurea montana L.
6. Lilium martagon L.
7. Allium victorialis L.
8. Streptopus amplexifolius D. C.
9. Athyrium alpestre Nyl.

B

1. Aconitium Lycoctonum L.
2. Aconitium Napellus L. (2).
3. Epilobium spicatum Lamk.
4. Knautia silvatica Duby.
5. Senecia cacabaster Lamk.
6. Souchus alpinus L.
7. Rumex arifolius All.

C

1. Rubus saxatilis L. (3).
2. Rosa alpina L. (4).
3. Rosa rubrifolia Vall.
4. Sorbus arca Crautz. (5).
6. Sorbus aucuparia L. (6).
6. Sorbus chamœmespilus Crantz.
7. Ribes petræum Wulf. (7).
8. Daphne mezereum L.

LISTE DES PRINCIPALES PLANTES FOURRAGÈRES QUI CROISSENT SPONTANÉMENT DANS LES ENVIRONS D'AMBERT

GRAMINÉES

Vulpin des prés	Alopecurus pratensis.
Pléole des prés	Phleum pratense.
Flouve odorante	Anthoxanthum odoratum
Houlque laineuse	Holcus lanatus.
Houlque molle	Holcus mollis.
Agrostide vulgaire	Agrostis vulgaris.
Agrostide blanche	Agrostis alba.
Agrostide des chiens	Agrostis canina.
Dactyle aggloméré	Dactylis glomerata.
Amourette	Briza media.
Paturin des prés	Poa pratensis.
Paturin commun	Poa trivialis.
Paturin annuel	Poa annua.
Brome mollet	Bromus mollis.
Brome seiglin	Bromus secalinus.
Brome des champs	Bromus arvensis.
Fétuque des prés	Festuca pratensis.
Fétuque élevé	Festuca elatior.
Cynosure à crêtes	Cynosurus cristatus.
Ivraie vivace (ray-grass)	Lolium perenne.
Ray-grass d'Italie	Lolium italicum.

(1) Garore bleu, s. m.
(2) Rouzier, s. m.; de Rouzes, m. pl. (toutes les ronces). Mour, (o) s. f., mûre.
(3) Bayardé, s. m. (tous les églantiers).
(4) Allier, s. m.; d'Allières ou Allères, f. pl.; des Alises.
(5) Pude ou Pudon, s. m.; de Pudeuches, f. pl.; ses fruits.
(6) Grusellier, s. m. (tous les groseilliers) ; de Gruselles, f. pl. ses fruits.

LÉGUMINEUSES	
Lupuline ou Mignonnette.	Medicago lupulina.
Trèfle des prés.	Trifolium pratense.
Trèfle blanc.	Trifolium repens.
Trèfle étalé	Trifolium procumbens.
Gesse des prés.	Lathyrus pratensis.
Vesce cultivée	Vicia sativa.
Vesce des haies	Vicia sepium.
Vesce a quatre graines.	Vicia tetreperma.
Vesce hérissée.	Vicia hirsuta.
COMPOSÉES	
Jacée des prés.	Centaurea jacea.
Millefeuilles.	Achillea millefolium.
Scorzonère sauvage	Scorzonera humilis.
Pissenlit	Taraxacum officinale.
PLANTAGINÉES	
Plantain des prés	Plantago lanceolata.
ALSINACÉES	
Spergule des champs.	Spergula arvensis.

M. P. ROLLEY

Ingénieur du service des améliorations agricoles (Clermont-Ferrand).

LES AMÉLIORATIONS FONCIÈRES EN AUVERGNE

(Rapport présenté à la section)

— 7 août —

L'étude des propriétés physiques des sols a pris, depuis quelques années, une importance considérable en agronomie : les Allemands, en particulier, sont entrés résolument dans cette voie, ils ont créé des laboratoires spéciaux dits de pédologie ayant pour mission d'étudier les sols uniquement dans leurs rapports avec l'air et avec l'eau. Et, parallèlement à ces recherches théoriques, les améliorations foncières qui en sont la conséquence, puisqu'elles constituent le moyen le plus efficace de remédier à l'état physique défectueux des sols, ont pris un développement considérable.

Il nous a semblé intéressant, en présence de cette nouvelle orientation des idées agricoles, de rechercher ce qui a été fait dans ce sens en Auvergne et de montrer ce qui reste à réaliser.

Bien avant que les études théoriques n'en aient montré la nécessité, les améliorations foncières étaient en grand honneur dans cette province.

Car, depuis des siècles, les agriculteurs avaient reconnu quelles étaient les principales causes de stérilité de leur sol. Dans cette admirable plaine,

véritable modèle de grenier d'abondance (1) qui constitue la Limagne, l'excès d'humidité était un obstacle insurmontable à la mise en culture de surfaces à sol extrêmement riche. Et, tout autour, des pentes également fertiles mais trop perméables et trop sèches, ne donnaient pas tous les produits que l'on pouvait en attendre.

L'assainissement, d'une part, l'irrigation, de l'autre, furent donc considérés de bonne heure comme les améliorations fondamentales à effectuer en Auvergne, et des générations d'agronomes et d'ingénieurs se sont attachés, depuis des siècles, à les réaliser.

Les premiers travaux de desséchement de la Limagne remontent à Henri IV; dans un édit du 8 avril 1859, le roi expose :

Qu'en maints endroits de notre royaume, il y a grande quantité de palus et marais inondés et entrepris d'eau, presque inutiles et de peu de profit qui tiennent beaucoup de pays désert et inhabité et incommodent les habitants voisins, tant à cause de leur mauvaises vapeurs et inhalaisons, que de ce qu'ils rendent les passages difficiles et dangereux ; lesquels palus et marais étant desséchés, serviront partie en labours et partie en prairies et pasturages.

L'ingénieur hollandais Humfrey Bradley fut nommé *Maistre des digues de France* et chargé de la direction de ces grands travaux d'assainissement. Une société se constitua pour fournir les capitaux nécessaires à ces entreprises.

Bradley ne vint pas lui-même en Auvergne, mais il envoya un de ses associés, Octavio de Strada, gentilhomme allemand banni de sa patrie. Strada entreprit l'assainissement du lac de Sarlième situé aux portes de Clermont-Ferrand. Ce lac appartenait à divers seigneurs et propriétaires tant séculiers qu'ecclésiastiques. L'entrepreneur traita facilement avec les intéressés et les travaux purent commencer. Mais des difficultés nombreuses ne tardèrent pas à surgir. Voyant que les terrains assainis prenaient une grande valeur, les propriétaires qui les avaient abandonnés en partie voulurent les reprendre et intentèrent à Strada de nombreux procès. Les communes riveraines, et, en particulier, celle d'Aubière, firent preuve du plus mauvais vouloir. Ce ne fut que très péniblement et au prix de grands sacrifices que l'amélioration put être menée à bonne fin et le marais, tout entier, transformé en une terre de culture extrêmement fertile.

A côté du marais de Sarlième, existaient encore en Limagne de nombreux terrains inondés l'hiver et sans chemins praticables. Leur culture était à peu près impossible et leur présence rendait toute la région insalubre ; des fièvres violentes décimaient la population des bourgs, au point qu'à maintes reprises Riom dut être abandonné par une partie de sa population.

Au commencement du XVIII^e^ siècle, les principaux de ces marais étaient ceux d'Auranches, de Thuret, de Cœur, de Gerzat, d'Ennezat, de Saint-Beauzire, de Ménétrol, de Pérignat et de Billom. Leur surface totale dépassait 6,000 hectares. Un vaste projet fut dressé par M. Saladin, ingénieur du Roi dans la province, pour améliorer ces surfaces et une société fut même créée pour réunir les capitaux nécessaires à son exécution ; mais l'accueil enthousiaste que ce projet avait tout d'abord rencontré fit bientôt place à l'opposition la plus vive de la part des intéressés. Les Consuls de Riom s'opposèrent même à l'enregistrement des lettres patentes conférant à un sieur Gaillard, les privillèges de l'entreprise. Les motifs allégués par les ennemis du projet sont des plus curieux : ils exposent que cette

(1) LECOQ.

opération priverait les propriétaires de pâturages qui leur sont d'une absolue nécessité pour leur bestiaux, pour leur donner des terres labourables, dont ils n'avaient pas besoin et qui leur deviendraientà charge. D'autre part, il n'y avait aucune proportion entre la dépense à faire et le profit immense que l'entrepreneur en retirerait (il devenait propriétaire de la moitié des terrains assainis).

Les seigneurs eux-mêmes s'y opposèrent ;

> Parce que, quand les habitants des paroisses voisines de ces marais, n'auront plus de pâturages, ils ne pourront nourrir leurs bestiaux qui sont le fond le plus prêt et le plus assuré pour le paiement des impositions et des redevances des seigneurs.... S'il y avait quelques tranchées à faire, il serait plus juste qu'elles fussent faites par les propriétaires que par un étranger qui, pour une médiocre dépense, emporterait la moitié de leur bien....

Il faut bien admettre que quelques-unes de ces raisons avaient bien leur valeur ! Quoi qu'il en soit, ces résistances retardèrent considérablement l'œuvre de la compagnie, et en 1754 le procès, qui lui était intenté, était encore pendant devant la Grande Chambre du Parlement

A la suite de l'essor donné aux entreprises agricoles par l'école des économistes vers le milieu du XVIII^e^ siècle, les desséchements revinrent en faveur. Une déclaration du Roi, du 14 juin 1764, permit à tous seigneurs et propriétaires de marais, palus et terrains inondés, d'en faire le desséchement en exemptant pendant vingt ans ces terres de toutes tailles et dîmes seigneuriales et ecclésiastiques.

Le projet Saladin reçut une exécution partielle. Dans un tableau, dressé par M. Cohendy, il ressort que de 1764 à 1789 il n'y a pas moins de 6.444 hectares de terrains assainis et défrichés dans l'ensemble des élections de la généralité de Riom.

La Révolution interrompit ces travaux, mais ils reprirent avec vigueur, vers 1808, après la vente des biens des émigrés et des biens de main-morte.

Cependant le morcellement qui allait s'accentuant en Limagne devint peu à peu un obstacle presque insurmontable à la réalisation de ces travaux collectifs. Le paysan d'Auvergne est plus que tout autre individualiste et méfiant, et il est facile de comprendre qu'à mesure que s'émiettait la propriété, il devenait plus difficile de recueillir l'unanimité des intéressés pour effectuer sur des surfaces importantes une amélioration d'ensemble.

La loi du 4 juin 1865 sur les associations syndicales, en donnant à une majorité et dans certaines conditions le droit de contrainte contre une minorité récalcitrante, essaya de remédier à cette situation. Mais elle reçut en Auvergne un accueil peu favorable : les syndicats autorisés d'assainissement demeurèrent assez rares.

Ce n'est guère que depuis vingt-cinq ans qu'un grand effort a été fait pour continuer à compléter l'œuvre du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle.

Le morcellement excessif qui s'était produit en Limagne durant le XIX^e^ siècle avait eu, entre autres inconvénients, celui de rendre à peu près impossible l'entretien des anciens travaux d'assainissement : on empiéta sur les cours d'eau naturels, les grands fossés furent plus ou moins comblés tandis qu'on créa une multitude de petits fossés secondaires à pente nulle et tout à fait inefficaces, quant à l'assainissement.

Il en résulta que, lors des années pluvieuses, une grande partie des anciens marais fut de nouveau recouverte d'eau, faisant à la culture un

tort considérable. Quelques syndicats se formèrent sur les points les plus menacés pour remédier à ce déplorable état de choses : à Pérignat, Aubière, Sarlièves, Chappes et Maringues, des travaux furent entrepris de 1890 à 1902, sur une surface d'environ 1.200 hectares.

A la suite de l'année pluvieuse de 1902, les dommages causés aux récoltes par les eaux stagnantes ayant été considérables, le Conseil général du Puy-de-Dôme s'émut. Il chargea le Service hydraulique d'étudier un projet d'assainissement comprenant l'ensemble des surfaces menacées et d'en assurer l'exécution. Ce projet embrasse une surface de plus de 6.000 hectares et comporte la formation de seize associations syndicales ; on a prévu le curage à vieux fond et à vieux bords d'environ 65 kilomètres de ruisseaux et cours d'eau et de 250 kilomètres de fossés d'assainissement.

Les intéressés, auxquels on a soumis les diverses parties du projet, au fur et à mesure de son exécution, lui ont fait un accueil peu enthousiaste : on retrouve les mêmes oppositions ou tout au moins les mêmes hésitations qu'il y a deux siècles. Les années de sécheresse étant venues, on a oublié les dommages causés naguère par les pluies ; l'indifférence et la force d'inertie qu'oppose la masse des cultivateurs paralysent les efforts les plus persévérants.

Il faut d'ailleurs bien admettre que la loi de 1865, modifiée en 1888, est par trop rigoureuse dans ses dispositions et rend singulièrement difficile la constitution des associations syndicales. Non seulement la majorité exigée est des deux tiers, mais les adhésions doivent être explicites, de sorte que les abstentions par absence, incapacité ou négligence, produisent le même effet qu'un refus formel.

Enfin, cette froideur est encore explicable par la crise violente qui a sévi en Limagne ces dernières années et qui a fait baisser de plus de moitié la valeur du sol. Le paysan, en partie ruiné, et incertain sur ce que lui réserve l'avenir, se décide difficilement à faire des sacrifices, pour une terre qui ne le paie plus.

Il faut espérer que la reprise des affaires agricoles, qui se manifeste depuis quelque temps, rendra courage aux agriculteurs et permettra de passer à la réalisation complète de ce projet.

Nous estimons même qu'en maints endroits, partout où la pente le permet et la culture très intensive, l'assainissement par rases et fossés doit être complété par un réseau de drainage couvrant toute la partie humide. Les avantages de cette pratique sont nombreux : d'abord suppression des fossés secondaires et gain, au profit de la culture, de la surface occupée par eux ; puis assainissement plus rapide et plus complet de la surface et surtout aération plus grande du sol, d'où meilleure utilisation des réserves et augmentation de sa fertilité.

Les résultats observés sur les parties déjà drainées sont excellents; qu'il nous suffise de citer le cas d'une terre humide louée 40 francs l'hectare comme pacage et qui, une fois drainée, est devenue une des meilleures de la région et a vu le prix de son fermage monter à 120 francs. Et cela pour une dépense d'environ 350 francs l'hectare, ce qui représente un intérêt annuel de 23 0/0 du capital engagé.

On a bien signalé quelques insuccès, mais nous estimons qu'ils sont dus à une mauvaise conception des projets; le drainage ne pouvant donner de bons résultats dans des terrains à peu près plats.

Une autre amélioration foncière ayant joué en Auvergne un rôle considérable et contribué, pour une large part, à la prospérité agricole de la province, est l'irrigation. Elle se pratique surtout dans les vallées transversales de la rive gauche de l'Allier, vallées des Couzes, de la Veyre, de la Monne et dans la Limagne même. La seule culture irriguée est la prairie mais avec de nombreux arbres fruitiers constituant ce que l'on appelle dans le pays des prés-vergers.

Depuis des temps immémoriaux, les cultivateurs s'étaient aperçus que dans ces sols calcaires et relativement perméables, constituant la première ceinture de la Limagne, il était impossible d'obtenir des récoltes abondantes tant en fruits qu'en fourrage sans arroser. Aussi la pratique des irrigations remonte-t-elle dans cette région au moyen âge.

Les plus anciens travaux durent être exécutés par les grands propriétaires, tant séculiers qu'ecclésiastiques. qui possédaient une grande partie de la province. Plus tard, les intéressés devinrent plus nombreux et ne pouvant tous établir une prise sur le cours d'eau, furent contraints de s'associer pour exécuter des travaux d'ensemble. Ce furent assurément les premières associations agricoles qui se constituèrent en Auvergne, associations que la nécessité seule fit naitre et dont on ne retrouve guère de traces écrites.

Au commencement du XIX^e^ siècle, elles existaient assez nombreuses entre Issoire et Riom. Quelques-unes comme celle de Monton, par exemple, avaient la forme vraiment syndicale; les intéressés payaient une cotisation destinée à rétribuer le garde irrigateur et à subvenir aux menus travaux d'entretien. D'autres, comme celle de la Roche-Blanche, n'existaient pour ainsi dire pas en tant qu'association; le préposé à l'irrigation était nourri et payé par chaque propriétaire, le temps qu'il devait rester chez chacun d'eux, était, en général, proportionnel à la surface à arroser.

Ce ne fut guère que vers le milieu du dernier siècle que ces associations prirent une forme légale et se transformèrent en associations autorisées. On créa surtout des syndicats communaux avec rôle d'irrigation dressé par le maire et rendu exécutoire par le préfet; les taxes furent perçues, comme en matière d'impôt, par le percepteur, ce qui assura la régularité de leur fonctionnement.

La loi du 21 juin 1865 sur les associations syndicales, en refusant le droit de contrainte aux syndicats d'irrigation, ne fit pas grand tort aux agriculteurs d'Auvergne, car aucun d'eux ne refusait son adhésion et sa cotisation lorsqu'il s'agissait d'avoir de l'eau. Et ce qui le prouve, c'est que, depuis le vote de la loi de 1888, modifiant celle de 1865 et accordant le droit de contrainte à toutes les associations syndicales constituées en vue d'exécuter des travaux d'amélioration agricole d'intérêt collectif, aucune nouvelle association d'irrigation ne s'est constituée dans la région.

Les travaux effectués pour assurer l'irrigation des prés-vergers sont, en général, très simples : un petit barrage de dérivation établi sur le cours d'eau, un canal d'amenée dominant la surface à arroser et des rases plus ou moins nombreuses distribuaient l'eau à chaque parcelle.

Les ruisseaux descendant des montagnes et des hauts plateaux et utilisés pour l'irrigation, sont peu profonds et peu larges de sorte que les barrages sont peu coûteux : quelques pierres de taille dressées dans le lit avec des rainures pour la pose des vannes et un radier plus ou moins épais protégeant le fond contre les affouillements.

Parfois même le bois remplace la pierre de sorte que l'ouvrage est tout à fait rustique. Le canal d'amenée est une grande rigole à pente faible que le colmatage a rendue étanche : les rases de distribution, toujours très inclinées, sont tracées un peu au hasard sans règles précises. Les cultivateurs ont créé seuls tout leur réseau en ne suivant que leur inspiration et on conçoit qu'il y ait là des améliorations à réaliser.

A côté des prés-vergers irrigués, qui occupent comme nous l'avons dit les parties les plus basses et les plus abritées des vallées bordant la Limagne, il existe sur les hauts plateaux et dans les vallées élevées, des prairies irriguées pour le fourrage seul car les arbres fruitiers n'y peuvent plus croître. Mais on ne trouve pas ici de syndicats constitués, l'initiative individuelle a tout fait. Les sources très nombreuses, parce que le sous-sol est en grande partie granitique et par conséquent imperméable, sont fort bien utilisées par les montagnards qui sont habiles et ingénieux. Malheureusement ils se préoccupent trop peu d'assainir après avoir irrigué de sorte qu'une partie de leurs prairies sont souvent transformées en tourbières.

Les améliorations à apporter à la pratique actuelle des irrigations sont nombreuses : nulle part il n'est tenu compte du volume d'eau nécessaire à un arrosage, nulle part le débit des rases de distribution n'est mesuré.

Il en résulte des inégalités très grandes dans le traitement des diverses parcelles et une tendance à employer des volumes d'eau trop considérables. D'autre part. la répartition de cette eau sur une même parcelle se fait mal et il y aurait, partout où la pente le permet, grand intérêt à employer la méthode par rigoles de niveau. Enfin il conviendrait d'assurer l'étan-

chéité des barrages de façon à pouvoir utiliser tout le débit des ruisseaux qui est presque toujours faible l'été.

Malgré ces quelques imperfections, les irrigations d'Auvergne, constituent une œuvre remarquable donnant des résultats merveilleux. Elles s'étendent pour les prés-vergers seuls sur une surface de plus de 4.000 hectares et ont donné à ces terres une plus-value énorme. Un rapporteur plus autorisé vous détaillera les résultats obtenus; notons simplement ici que pour un pré-verger de moyenne qualité, la récolte en foin se vend sur pied 160 francs l'hectare et la récolte en pommes de 800 à 1.500 francs et quelque fois 3.000 francs.

Il y a, enfin, une dernière amélioration foncière, n'intéressant plus la structure intime du sol, mais simplement le sectionnement de sa surface et dont nous ne pouvons nous dispenser de dire quelques mots, car elle intéresse l'Auvergne et en particulier la Limagne au plus haut degré: nous voulons parler des réunions de parcelles et des remembrements territoriaux.

La Limagne est peut-être la région de la France où la propriété est la plus morcelée; il n'est pas rare de trouver des domaines de 5 hectares divisés en plus de cent parcelles dont quelques-unes sont minuscules et absolument inexploitables. Nous avons trouvé par exemple dans un partage une parcelle de pâture de 45 centiares.

Quelles sont les causes de cet émiettement de la propriété? La principale réside assurément dans le mode de partage usité dans nos campagnes. Voici d'après M. Gomot (notes agricoles), ce qui se passe le plus souvent :

Un père de famille possède 6 hectares répartis en terres à céréales, vignes, prés-vergers, jardins, pâtures.

Les enfants travaillent avec lui le domaine; ils y sont attachés, ils veulent y vivre. A la mort du père, on partage ce modeste patrimoine. Il serait logique, s'il y a trois enfants, de s'arranger de façon à assurer à chacun 2 hectares d'un seul tènement. Il n'en sera pas ainsi; chacun d'eux voudra sa portion dans les différentes parcelles de façon à avoir une vigne, un pré, une terre à blé, une pâture, un jardin. De là un émiettement qui va en s'accentuant à chaque génération nouvelle de façon à créer sur toute l'étendue du territoire, quantité de parcelles minuscules sans valeur et pour ainsi dire inexploitables.

Il faut bien avouer que le régime successoral du Code civil, basé sur les principes du partage égal, a beaucoup contribué à cette dispersion, en favorisant le zèle intéressé des géomètres ruraux qui l'appliquaient en toute occasion.

Or, si le fractionnement des grands domaines est un bienfait pour un pays, en permettant à la petite propriété rurale de se développer et en attachant ainsi au sol un plus grand nombre de propriétaires, il n'en est pas de même de la dispersion des parcelles, avec laquelle il ne faut pas le confondre et qui présente d'énormes inconvénients.

C'est, en premier lieu, la surveillance du domaine rendue impossible; l'agriculteur ne pouvant perdre son temps à parcourir un vaste territoire pour se rendre compte, à tous moments, de l'état des récoltes dans chacune de ses petites parcelles.

Lorsqu'il s'agit des façons culturales et des transports divers, cette perte de temps ne peut d'ailleurs être évitée et si l'on admet qu'il faut deux jours pour labourer un hectare de terre en une seule pièce, il faudra quatre ou cinq jours pour labourer ce même hectare divisé en vingt parcelles plus ou moins distantes les unes des autres.

D'autre part sur ces petites surfaces, l'emploi des instruments perfectionnés est impossible; la moisonneuse et souvent même la charrue ne peuvent être utilisées, tous les travaux devant être faits à la main. On conçoit dès lors, à quels prix fabuleux reviennent les produits de ces sols, malgré leur fertilité et l'impossibilité de trouver actuellement pour eux des cours rémunérateurs.

Mais ce n'est pas tout: ces petites parcelles sont forcément enclavées, car les chemins ruraux ne peuvent être assez nombreux pour les desservir toutes; d'où difficulté d'assurer leur culture et nécessité d'adopter pour un terroir un assolement uniforme. Elles sont d'autre part mal délimitées; leur exiguïté ne permettant de créer ni haies, ni fossés, et il est facile au cultivateur peu scrupuleux d'empiéter chez le voisin, d'où source continuelle de querelles et de procès.

Enfin, et c'est peut-être l'inconvénient le plus grand du morcellement, les améliorations foncières sont rendues très difficiles. L'agriculteur se désintéresse le plus souvent d'une parcelle de quelques ares, qui aura besoin d'être assainie, il ne se dérangera pas pour porter son adhésion et, comme nous l'avons expliqué plus haut, il est considéré comme opposant. Et s'il se décide à agir, il lui faut obtenir la coopération de ses nombreux voisins dont la plupart par suite du peu d'intérêt engagé se désintéressent également de la chose.

Nous n'indiquerons que pour mémoire, d'autres inconvénients de moindre importance, tels que multiplication inutile des chemins ruraux, augmentation des prix de mutation pour les petites parcelles, difficultés d'établissement d'un bon cadastre, etc.

La Limagne étant comme nous l'avons dit extrêmement morcelée, toutes ces raisons ont fortement contribué à accentuer la crise dont elle souffre encore actuellement.

C'est d'ailleurs l'avis des agriculteurs les plus distingués du Puy-de-Dôme, ainsi que l'ont montré MM. Hommel et Grillaux en publiant dans leur *Enquête sur la situation de l'Agriculture* les réponses qui leur ont été adressées de toutes parts sur ce sujet.

Nous allons plus loin encore et nous estimons qu'il est impossible que

l'agriculture redevienne florissante en Limagne, tant que cette amélioration ne sera pas en grande partie réalisée.

Quels seraient les voies et moyens de cette réalisation? Suivant les pays, ce problème a été résolu de deux façons bien différentes. Tandis que dans toute l'Europe centrale et en particulier en Allemagne, on a pratiqué des réunions territoriales sur toute la surface du territoire; on s'est contenté en France d'effectuer des abornements généraux avec échanges de parcelles.

Les réunions territoriales consistent:

Dans la mise en commun par l'Administration d'une certaine surface où le morcellement ne permet qu'une exploitation incomplète du sol; puis une nouvelle distribution de cette surface exécutée de façon à réduire ce morcellement dans la mesure du possible et à permettre à chaque propriétaire l'accès sur un chemin d'exploitation (1).

Cette méthode est évidemment la seule complète: appliquée en Prusse sur une surface de plus de 700.000 hectares, elle a donné d'excellents résultats. Mais, dans l'état actuel de notre législation, il est impossible de l'appliquer en France,

Les abornements généraux tels qu'on les a pratiqués en Meurthe-et-Moselle, et tels qu'il nous semble possible de les pratiquer en Limagne, sont beaucoup plus simples. Ici, rien d'obligation, rien de forcé. Les propriétaires d'une même commune se réunissent en association syndicale libre et cherchent à atteindre les divers buts suivants:

1° Attribuer à chaque propriétaire des contenances proportionnelles à ses titres, en réunissant autant que possible les parcelles lui appartenant.

2° Rendre fixes les limites flottantes et redresser les limites courbes.

3° Faire du cadastre un titre de délimitation en inscrivant sur chaque parcelle toutes ses dimensions.

4° Désenclaver les parcelles par la création de chemins ruraux sur lesquels elles aboutissent.

5° Exécuter en commun les travaux d'intérêt collectif de façon à améliorer la situation agricole du territoire.

Grâce à la persévérance et au dévouement d'un éminent géomètre, M. Gorce, et de deux de ses élèves, ces résultats ont pu être atteints de 1861 à 1890 dans vingt-cinq communes de Meurthe-et-Moselle embrassant une superficie de près de 20.000 hectares appartenant à 5.600 propriétaires. Plus de 360 kilomètres de chemins ruraux ont été créés.

Les résultats de cette amélioration dépassent toute espérance; les intéressés eux-mêmes estiment que la plus-value donnée au sol est, en moyenne, de 500 francs par hectare dans les communes soumises au régime nouveau ce qui représente 18 0/0 du capital dépensé.

A ces résultats acquis nous pouvons en ajouter d'autres encore: à

(1) FAURE: *Rapport présenté à la Commission des améliorations agricoles et forestières.*

l'heure actuelle, cinq communes sont en instance d'abornements et leur nombre parait devoir s'accroitre.

D'autre part, le concours de l'État qui avait fait défaut aux premiers travaux est maintenant acquis à ces améliorations d'espèce particulière; ses Ingénieurs sont mis gratuitement à la disposition des collectivités, qui en font la demande et des subventions élevées, viennent encourager la réalisation de ces entreprises.

Jusqu'à ce jour, il n'a rien été fait dans ce sens en Auvergne, mais il n'y a pas lieu de désespérer. Cette question est relativement nouvelle, son idée n'a pas encore été répandue dans les campagnes.

Comme sa nécessité se fera de plus en plus sentir et comme le paysan d'Auvergne n'est au fond ni routinier, ni réfractaire au progrès, sa réalisation n'est qu'une question d'années.

Tous les efforts doivent tendre à hâter cette échéance de façon à conserver à la belle Limagne son ancien renom de fertilité et de richesse.

Discussion. — M. Larue demande qu'un vœu soit déposé en vue de simplifier les formalités prévues par la loi de 1888 sur les Associations syndicales. Il serait possible, en effet, de considérer comme acceptant les intéressés ne répondant ni par oui, ni par non lors de la création d'une Association syndicale. Mais il faudrait pour cela imiter la loi allemande. Il faudrait une loi.

M. H. Sagnier proteste au nom de la liberté, de la propriété individuelle.

M. Reynard croit qu'il serait possible d'obliger les intéressés à faire une déclaration par oui ou par non sur un registre spécial à la mairie.

Un vœu est émis dans le sens de la déclaration obligatoire.

MM. P. DECHAMBRE, A. HÉBERT et F. HEIM

(Paris.)

LA PULPE DE DÉFIBRAGE DU HENEQUEN *(AGAVE RIGIDA VAR. SISALANA)*. — COMPOSITION CHIMIQUE. — USAGES POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET L'ALIMENTATION DU BÉTAIL. — APPLICATIONS A LA FUMURE DES PLANTATIONS DE HENEQUEN.

— 7 août —

Le « Sisal » ou « Henequen » *(Agave rigida* Mill. *var. Sisalana* Perrine*)* est, on le sait, un Agave qui fournit une fibre textile, particulièrement intéressante pour l'industrie, surtout celle de la corderie, utilisée aussi, en mélange avec d'autres textiles, pour la fabrication de toiles grossières, de tapis, de sacs, de hamacs, d'objets divers de sparterie.

Le Sisal a fait la fortune du Yucatan où il paraît indigène; avant que les habitants de cet état se soit adonnés à cette culture, la péninsule du Yucatan était une province désolée, la plus ingrate du Mexique; on y

compte aujourd'hui plus de 1.200 plantations de Sisal en exploitation; la plus importante, celle de Ticilche, entre Mérida et Progreso, produit, à elle seule, 1.000 balles, soit 375.000 livres, de fibres textiles par mois; l'exportation totale annuelle de la fibre de Henequen du Yucatan qui n'atteignait qu'une valeur de 4 millions de piastres argent en 1884, atteignait, il y a trois à quatre ans, une valeur de 18 à 19 millions de piastres, et à l'heure actuelle, une valeur de près de 30 millions de piastres.

Dans la plupart des régions tropicales, on poursuit à l'envi, la plantation du Sisal.

Pour ne citer qu'un exemple, le Département de l'Agriculture des Indes Occidentales Anglaises est parvenu, en quelques années, à faire exporter, rien que des îles Bahama, où cette culture était inconnue avant 1900, une quantité annuelle de fibres, correspondant à une valeur d'environ 30.000 livres sterling.

L'impulsion que l'Inspection de l'Agriculture, de l'Afrique Occidentale Française, s'efforce, actuellement, d'imprimer à la culture du Sisal, fait que nos colons africains doivent trouver un intérêt particulier à une étude approfondie de toutes les questions relatives à la culture et à l'exploitation de ce textile.

Le Sisal, lorsqu'il a atteint son complet développement, au bout de quatre années, est susceptible de fournir à la coupe, chaque année, pendant une moyenne de six à huit ans, 18 à 20 feuilles charnues, qui, traitées en vert par des défibreuses, fournissent la fibre textile, et un sous-produit de déchet, dit pulpe de défibrage, qui est constitué par l'épiderme et l'ensemble des éléments vasculaires et parenchymateux de la feuille.

L'abondance de cette pulpe, sous-produit encombrant et jusqu'ici sans valeur, rend fort importante, pour les producteurs de Sisal, la question de ses usages possibles : industriels ou agricoles.

Une autre question se pose à son sujet : l'exploitation du Henequen, comportant l'exportation de la fibre, la non-restitution au sol de la pulpe est-elle de nature à appauvrir notablement le sol en principes fertilisants?

Le Gouvernement de l'État du Yucatan et le Président de la Chambre d'Agriculture de Mérida, M. Camara, ont prié l'un de nous de poursuivre des recherches susceptibles d'aider à la solution des questions ci-dessus posées.

Nous donnons ici un résumé des analyses et essais entrepris sur la pulpe du Henequen, essayant d'en dégager les conclusions qu'ils comportent pour la culture de cet Agave et l'utilisation la plus avantageuse de sa pulpe de défibrage.

COMPOSITION DES FEUILLES, FIBRE ET PULPE

Composition des feuilles. — Les analyses ont porté sur les feuilles coupées, au Yucatan, à leur base, comme elles le sont avant passage à la

défibreuse, et emballées aussitôt dans de la poudre de charbon ; à leur arrivée en Europe, ces feuilles pouvaient être considérées, au point de vue qui nous occupe, comme sensiblement fraîches et contenant une proportion d'eau égale à celle qui s'y trouve normalement contenue à l'état vivant.

Nous entendons, par feuilles sèches, celles qui ont été privées, par séjour à l'étuve à 120 degrés, de la totalité de leur eau.

La proportion relative de fibres et de pulpe a été déterminée par un essai de défibrage, effectué au laboratoire, sur des feuilles conservées fraîches dans le charbon, par arrachage au couteau de la pellicule épidermique, et peignage répété de la feuille ainsi pelée, à l'aide de peignes métalliques, en usant successivement de peignes dont l'écartement des dents va régulièrement croissant. La masse de tissus foliaires, désignée sous le nom de pulpe, correspond donc au mélange de tous les éléments entrant dans la constitution de la feuille, les fibres mises à part.

Les feuilles ont la composition suivante :

	Feuilles fraîches.	Feuilles sèches.
	0/0	0/0
Eau	13,60	»
Matière sèche	86,40	100
celles-ci comprenant :		
Fibres	58,70	67,90
Pulpe	27,70	32,10

Composition de la pulpe. — La pulpe, fraîchement préparée, contient :

Eau	62,80 0/0
Matières sèches	37,20 0/0

La composition des feuilles entières, des fibres, de la pulpe est donnée par le tableau ci-dessous.

Composition centésimale des feuilles de Henequen, à l'état sec.

	Fibres.	Pulpe.	Feuilles entières.
	0/0	0/0	0/0
Matières minérales	8,02	12,11	9,32
Acide phosphorique, P^2O^5	0,41	0,16	0,32
Chaux, CaO	1,94	3,57	2,45
Potasse, K^2O	1,06	1,22	1,11
Matières azotées totales	1,78	3,79	2,42
Solubles	»	1,78	»
Insolubles	»	2,01	»
Matières grasses	»	»	»
Sucres réducteurs	»	6,29	2,02
Sucres non réducteurs	»	4,65	1,49
Hydratés de carbone saccharifiables (gommes, pentanes et analogues)	8,70	34,46	16,96
Cellulose	43,00	13,38	33,49
Vasculose, lignine, matières incrustantes, etc. (par différence)	38,50	25,32	34,30
	100,00	100,00	100,00

Composition des fibres. — 100 kilogrammes de feuilles fraîches fournissent 58kg,70 de fibres sèches, exportant:

Matières minérales	4kg,70

ainsi constituées :

Acide phosphorique	0kg,24
Chaux	1kg,14
Potasse	0kg,62
Matières azotées (0kg,16 d'azote)	1kg,02
Matières grasses	»
Sucres réducteurs	»
Sucres non réducteurs	»
Hydrates de carbone saccharifiables (gommes, pentanes et analogues)	5kg,09
Cellulose	25kg,24
Vasculose, lignine, matières incrustantes, etc.	22kg,60

Les chiffres fournis par ces analyses permettent de répondre à certaines questions essentielles, touchant certains points de la culture du Henequen et de l'utilisation de sa pulpe.

I. — *L'exploitation du Henequen, comportant l'exportation de la fibre et la non-restitution au sol de la pulpe, est-elle de nature à appauvrir notablement le sol en principes fertilisants?* — Nous n'avons pas de chiffres nous permettant d'apprécier le rendement en feuilles exploitables, par hectare, d'une plantation de Henequen, mais nous avons déterminé (voir tableau) la proportion de principes enlevés par 100 kilogrammes de feuilles fraîches; il sera donc facile, dans tous les cas, à l'exploitant, de déterminer l'appauvrissement du sol, du fait de la récolte en feuilles.

En ce qui concerne les éléments minéraux, les plus importants à considérer, la récolte de 100 kilogrammes de feuilles fraîches prive le sol des matières minérales suivantes :

Acide phosphorique	0kg,24
Chaux	1kg,14
Potasse	0kg,62
Azote	0kg,16

L'appauvrissement du sol en éléments minéraux essentiels apparaît donc comme inévitable dans le cas d'une exploitation comportant la sortie hors de la plantation des feuilles qui y sont récoltées, sans restitution des principes fertilisants qu'elles contiennent.

D'autre part, dans les terrains très secs du Yucatan, qui ne reçoivent que de très faibles précipitations pluviales, et où l'irrigation est impraticable, la solubilisation des éléments fertilisants du sol doit rester très limitée, du fait de la circulation très réduite de l'eau.

II. — *Méthodes propres à assurer le non-appauvrissement du sol des plantations de Henequen.* — Il est donc de la prudence la plus élémentaire, pour prévenir l'appauvrissement progressif du sol, de lui assurer, à l'aide

de fumures, la restitution des éléments qui lui sont soustraits par la récolte d esfeuilles.

Une partie notable de ces éléments se trouve contenue dans la pulpe, une faible partie seulement dans les fibres; il est donc indiqué de reporter sur le sol de la plantation, la totalité de la pulpe, isolée au cours de la défibration des feuilles fraîches, soit $27^{kg},7$ de pulpe par 100 kilogrammes de feuilles traitées, et de compenser, d'autre part, la perte définitive en principes fertilisants, due à l'exportation des fibres, par la restitution au sol des dits principes, en quantités équivalentes à celles contenues dans les fibres.

Ces principes peuvent être empruntés, soit à la pulpe seule du Henequen, soit à un mélange de pulpe et d'engrais additionnels : fumier ou engrais chimiques, soit à des engrais seuls.

Voici, d'après les calculs, les formules et chiffres d'engrais à employer, dans les diverses combinaisons ci-dessus mentionnées.

Calcul de la fumure en pulpe seule. — Si on restitue au sol, sous forme de pulpe seule, les principes fertilisants qui lui sont soustraits par l'exportation des fibres, il faut, pour 100 kilogrammes de feuilles fraîches récoltées, remettre sur le terrain les $27^{kg},7$ de pulpe provenant du défibrage de ces feuilles, en y ajoutant 150 kilogrammes (en chiffres ronds) de pulpe sèche contenant :

$0^{kg},24$ d'acide phosphorique,
$5^{kg},55$ de chaux,
$1^{kg},83$ de potasse,
$0^{kg},90$ d'azote,

c'est-à-dire en tout 177 kilogrammes de pulpe sèche, ou si la pulpe était restituée au terrain à l'état humide, 204 kilogrammes de pulpe fraîche.

Moyennant cette restitution, le sol de la plantation posséderait toujours la même richesse en acide phosphorique, et s'enrichirait peu à peu en chaux, potasse et azote.

Si le défibrage des feuilles de Sisal s'effectue à proximité de la plantation, il y a tout intérêt à y reporter la pulpe, dont l'adjonction au sol enrichira ce dernier, non seulement en principes minéraux, mais en principes humiques; la présence de ceux-ci améliorerait grandement, en le rendant plus meuble, plus hygroscopique les sols caillouteux où prospères les cultures de Sisal, par exemple au Yucatan.

Si le défibrage s'effectue, au contraire, loin de la plantation, il pourrait être avantageux, afin d'éviter des frais de transport, de reporter simplement à la plantation les principes minéraux de la pulpe, sous forme de cendres; mais l'incorporation régulière au sol de cette fumure sera plus difficile qu'avec la pulpe elle-même, et s'il survient des averses (malgré la grande sécheresse régnant d'ordinaire dans ces régions), il y aura à craindre l'entraînement des principes fertilisants dans ces sols pierreux.

Calcul de la fumure en pulpe et engrais additionnels. — Si l'on remet sur le terrain de culture la pulpe des feuilles qui en proviennent, il faudrait logiquement distribuer, en plus, comme engrais additionnels, pour 100 kilogrammes de feuilles fraiches récoltées, et pour compenser les pertes dues à l'exportation des fibres :

1kg,70 de superphosphate à 14 0/0 d'acide phosphorique ;
1kg,25 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse ;
0kg,80 de sulfate d'ammoniaque à 20 0/0 d'azote.

(Formule d'engrais chimique complémentaire pour terrains calcaires.)

ou bien :

1kg,70 de scories de déphosphoration à 14 0/0 d'acide phosphorique ;
1kg,25 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse ;
1kg,00 de nitrate de soude à 15 0/0 d'azote.

(Formule d'engrais chimique complémentaire pour terrains siliceux.)

ou bien :

120 kilogrammes de fumier moyen apportant :
0kg,31 d'acide phosphorique ;
0kg,60 de potasse ;
0kg,60 d'azote.

(Formule de fumier complémentaire pour tous terrains.)

ou bien :

50 kilogrammes de fumier moyen apportant :
0kg,13 d'acide phosphorique ;
0kg,25 de potasse ;
0kg,25 d'azote.

additionnés de :

0kg,80 de superphosphate à 14 0/0 d'acide phosphorique ;
0kg,80 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse.

(Formule d'engrais mixtes complémentaires pour terrains calcaires.)

ou bien :

0kg,80 de scories de déphosphoration à 14 0/0 d'acide phosphorique ;
0kg,80 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse.

(Formule d'engrais mixtes complémentaires pour terrains siliceux.)

Calcul de la fumure totale en fumier et en engrais chimiques. — Si l'on ne remet pas sur le terrain la pulpe des feuilles qui en proviennent, il faut distribuer comme engrais, pour 100 kilogrammes de feuilles fraiches récoltées, pour compenser les pertes dues à l'exportation totale (fibres et pulpe) :

2kg,00 de superphosphate à 14 0/0 d'acide phosphorique ;
4kg,40 de sulfate ou chlorure de potassium à 00 0/0 de potasse ;
8kg,90 de sulfate d'ammoniaque à 20 0/0 d'azote.

(Formule d'engrais chimiques totaux pour terrains calcaires.)

ou bien :

2kg,00 de scories de déphosphoration à 14 0/0 d'acide phosphorique ;
4kg,40 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse ;
12kg,00 de nitrate de soude à 15 0/0 d'azote.

(Formule d'engrais chimiques totaux pour terrains siliceux.)

ou bien :

440 kilogrammes de fumier moyen apportant :

1kg,14 d'acide phosphorique ;
2kg,20 de potasse ;
2kg,20 d'azote.

(Formule de fumier total pour tous terrains.)

ou bien :

100 kilogrammes de fumier moyen apportant :

0kg,26 d'acide phosphorique ;
0kg,50 de potasse ;
0kg,50 d'azote.

additionnés de :

3kg,40 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse ;
8kg,30 de sulfate d'ammoniaque à 20 0/0 d'azote.

(Formule d'engrais mixtes totaux pour terrains calcaires.)

ou bien :

3kg,40 de sulfate ou chlorure de potassium à 50 0/0 de potasse ;
10kg,00 de nitrate de soude à 15 0/0 d'azote.

(Formule d'engrais mixtes totaux pour terrains siliceux.)

Les formules d'engrais ci-dessus ont été calculées en considérant des engrais commerciaux de composition moyenne. Leur teneur en éléments fertilisants a, d'ailleurs, été indiquée dans chaque formule.

Comme il semble résulter des documents publiés à ce jour, que la culture du Henequen réussit en terrains à prédominance siliceuse comme en terrains à prédominance calcaire, nous avons divisé ces formules en formules applicables aux terrains calcaires, dans lesquels réussissent bien les superphosphates acides et le sulfate d'ammoniaque, et aux terrains siliceux, dans lesquels les engrais ci-dessus donnent de mauvais résultats.

III. — *Usages autres que la fumure, auxquels la pulpe du Henequen est susceptible de se prêter.* — La majeure partie, sinon la totalité de la pulpe, semble devoir être utilisée comme fumure, dans la plantation même.

Mais, indépendamment de cet emploi, on peut imaginer d'autres usages pour ladite pulpe.

A. — Pour la fabrication d'un engrais minéral.

La pulpe, après dessiccation à l'air et au soleil, pourrait servir à fabriquer un engrais minéral par calcination et récolte des cendres. L'azote en serait perdu, mais l'engrais résultant, phosphorique et surtout potassique, serait bien plus maniable et transportable.

100 kilogrammes de pulpe sèche donneraient 12kg,11 de cendres contenant :

1,3 0/0 d'acide phosphorique ;
29,4 0/0 de chaux ;
10,0 0/0 de potasse.

Cet engrais serait très médiocre au point de vue de l'acide phosphorique ;

au point de vue de la potasse, il vaudrait moitié moins que la kainite, qui en renferme habituellement deux fois plus.

La combustion de la pulpe séchée en tas se fait, d'ailleurs, assez facilement; après qu'elle a été bien amorcée, il suffit d'ajouter au tas de nouvelles quantités, en agitant de temps en temps pour renouveler les surfaces.

B. — Pour la production d'alcool.

Enfin la pulpe du Henequen pourrait peut-être aussi servir à la production d'alcool. Cette pulpe sèche renferme :

6,29 0/0 de sucres réducteurs;
4,65 0/0 de sucres non réducteurs;

soit au total 10,94 0/0 de sucres fermentescibles, qui pourraient se transformer en alcool, les autres hydrates de carbone n'étant pas susceptibles de subir cette transformation. Par suite, le rendement théorique en alcool serait de 5 à 6 kilogrammes pour 100 kilogrammes de pulpe, soit $6^{l},10$ à $7^{l},30$ d'alcool absolu. Ce serait là un rendement se rapprochant de celui de la pomme de terre, dont 100 kilogrammes considérés à l'état normal produisent $6^{kg},56$, soit $8^{l},08$ d'alcool absolu.

D'après ce rendement théorique, le traitement de la pulpe de Henequen, par la distillerie, serait une opération très intéressante, dès le moment où l'on serait en possession d'un agent de fermentation bien adapté à ce moût spécial.

C. — Pour l'alimentation du bétail.

Pulpe fraîche. — La pulpe fraîche pourrait peut-être être donnée comme nourriture au bétail, seule ou mélangée à d'autres fourrages, sa teneur en matières minérales et azotées et en substances hydrocarbonées la rapproche beaucoup des fourrages habituels, ainsi que le montre le tableau ci-après :

	Pulpe du Henequen.	Moyenne des fourrages.
	0/0	0/0
Matières minérales.	12,11	2 à 5
Matières azotées totales. . . .	33,79	2 à 15
Matières azotées solubles . . .	1,78	1 à 6
Hydrates de carbone	45,40	20 à 40
Cellulose	13,38	10 à 50

On pouvait craindre, *a priori*, que les feuilles du Henequen, à l'instar de celles de beaucoup de plantes grasses, fussent très riches en principes acides, susceptibles d'irriter le tube digestif du bétail. L'analyse ne confirme pas cette hypothèse; les extraits aqueux, effectués à froid et à chaud, de la pulpe ont une acidité tellement faible qu'elle n'est révélée par aucun des indicateurs habituels, on peut la considérer pratiquement comme nulle,

et conclure à l'absence d'acides organiques libres ou à l'état de combinaisons salines, à réaction acide.

Les climats chauds et secs, qui conviennent à la culture du Sisal, semblent devoir se prêter facilement à la conservation par l'ensilage de la pulpe fraîche, qui pourrait ainsi devenir une ressource précieuse pour l'alimentation du bétail, pendant les périodes les plus sèches.

Nous n'avons, naturellement, pu faire en Europe aucun essai direct d'introduction de la pulpe fraîche dans la ration du bétail.

Pulpe sèche. — La pulpe sèche du Henequen est formée de fragments d'inégale grosseur, parsemés de filaments plus ou moins longs, de couleur jaune verdâtre pâle, grossièrement broyés.

La teneur en matière sèche, déterminée après un séjour de dix-huit heures à l'étuve est de 83,95 0/0. Cette matière sèche a donné à l'analyse :

Matières minérales	12,11	12,11
Acide phosphorique	0,16	
Chaux	3,57	
Potasse	1,22	
Matières azotées totales	3,79	3,79
Matières solubles	1,78	
Matières insolubles	2,01	
Matières grasses	0,00	0,00
Sucres réducteurs	6,29	45,50
Sucres non réducteurs	4,65	
H. de C. saccharifiables	34,46	
Cellulose	13,38	38,70
Vasculose, lignine, matières incrustantes	25,32	

En tenant compte du taux d'humidité (16,05), on obtient la composition suivante 0/0 du produit :

Matière sèche	83;95
Matière azotée totale	3,18
Hydrates de carbone	38,13
Cellulose brute	32,50
Graisses	0,00
Matières minérales	10,17

L'absence de graisses, le taux peu élevé de matières azotées, la forte proportion de cellulose brute classent cette pulpe dans les aliments grossiers, de faible valeur nutritive. On peut la comparer à divers résidus secs tels que les balles d'avoine, le son de riz, les pailles de céréales, la râfle de maïs.

Les cossettes de diffusion desséchées offrent également une composition chimique peu différente; mais dans ce dernier produit, le taux peu élevé (18,9) de la cellulose et la richesse en sucre (55) donnent à l'ensemble une digestibilité notablement supérieure à celle de la pulpe du Henequen et

des produits auxquels nous l'avons assimilée. Nous limiterons donc la comparaison aux denrées du tableau suivant :

	Pulpe du Henequen.	Balles d'avoine.	Balles de riz.	Râfle de maïs.	Pailles.
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Matière sèche totale. . .	83,95	86,00	90,40	86,90	85,70
Matières azotées totales .	3,18	4,50	3,84	3,50	3,00
Graisses	0,00	2,10	1,40	1,00	1,30
Hydrates de carbone . .	38,13	38,80	27,00	41,02	34,60
Cellulose.	32,50	30,30	42,80	38,90	42,00

Par son état de division grossière et son aspect spongieux c'est à la râfle de maïs que la pulpe du Henequen ressemble le plus. Les conditions de son emploi alimentaire doivent différer très peu de celles de cette substance.

Dans la râfle de maïs, les coefficients de digestibilité sont les suivants :

Matière azotée	0,45 0/0
Graisses	0,35 —
Hydrates de carbone	0,58 —

En appliquant ces coefficients à la pulpe, nous obtenons les quantités suivantes de matières assimilables :

Matière azotée.	1,43 0/0
Hydrates de carbone.	40,96 —
Soit un total de	41,39 0/0

La digestibilité de la denrée peut donc être fixée par analogie, à défaut d'expérimentation directe, à un chiffre voisin de 40 à 42 0/0. Le coefficient moyen de digestibilité des pailles est de 45 ; celui des balles d'avoine est de 47, des balles de riz de 44 et de la râfle de maïs de 43. La comparaison établie reste parfaitement justifiée, et s'accorde avec les caractères physiques de la substance étudiée.

Pour nous éclairer davantage sur la valeur alimentaire de celle-ci, nous en avons déterminé le pouvoir absorbant.

Voici les essais effectués dans ce but :

1° Capsule renfermant 50 grammes de pulpe. Absorbe trois fois son poids d'eau ; le produit paraît simplement mouillé ;

2° Vase renfermant 100 grammes de pulpe ; il reçoit 300 centimètres cubes d'eau. Après deux heures, un peu d'eau s'écoule en inclinant le récipient, mais il faut remarquer que les parties superficielles de la couche de pulpe sont peu imbibées ;

3° Capsule renfermant 40 grammes de pulpe ; reçoit 120 grammes d'eau. Absorption complète après trois heures ;

4° Capsule avec 10 grammes de pulpe et 50 grammes d'eau. La pulpe est entièrement gorgée et il reste 4 à 5 centimètres cubes d'eau au fond de la capsule.

Bref, la pulpe du Henequen, absorbe trois fois son poids d'eau. Pour les usages alimentaires, il sera même possible de la diluer dans une plus grande quantité de liquide.

Cette pulpe ne peut constituer, à elle seule, une ration complète; elle doit être associée à des aliments plus riches et plus digestibles qui compléteront les apports nutritifs en matières azotées et en graisses, tels que le maïs en grains, les tourteaux de maïs, les tourteaux de graines oléagineuses.

L'état de division de la pulpe et son pouvoir absorbant permettent l'association avec la mélasse et la confection d'un aliment mélassé d'une préparation simple et d'une utilisation facile. La mélasse de canne entre avec avantage dans l'alimentation du bétail ; associée à la bagasse (résidu sec laissé par l'extraction du jus de canne), elle donne, par préparation à chaud, un produit qui, après refroidissement, prend l'apparence d'une masse granuleuse relativement sèche et facile à transporter. La pulpe du Henequen pourra vraisemblablement servir à la fabrication d'un produit mélassé, analogue à ce mélange de mélasse de canne et de bagasse.

A défaut de pareille préparation, on peut traiter la pulpe par l'eau mélassée (eau 5 litres, mélasse 1 kilogramme) en brassant énergiquement le mélange. L'addition de balles de graminées, de farineux ou de tourteaux broyés favorisera l'incorporation et augmentera la valeur alimentaire.

Par suite de ses caractères physiques et de sa teneur élevée en cellulose, vasculose, etc., la pulpe du Henequen convient mieux aux ruminants qu'aux équidés. A ces derniers, on la donnera à l'état sec et en quantité assez réduite. Aux ruminants, on pourra distribuer des doses plus importantes.

La macération ou le trempage ayant pour résultat d'augmenter la digestibilité, il est à conseiller d'y recourir, sans dépasser cinq à six heures de contact avec l'eau. Ce produit pourra être donné après absorption de trois fois son poids d'eau ou dilué en barbotage dans une plus forte quantité de liquide. La manière dont les animaux se comporteront en face du nouveau produit, sera évidemment le meilleur guide dans son emploi. Le mélange avec mélasse ou eau mélassée agirait, semble-t-il, très favorablement sur l'appétence et la digestibilité.

Pour nous résumer, nous dirons que la pulpe du Henequen possède une valeur alimentaire voisine de celles des pailles et des balles et comparable à celle de la râfle de maïs. Sa composition chimique en fait un aliment incomplet, incapable de former le constituant unique d'une ration. Les équidés n'en recevront qu'une dose faible (2 à 3 kilogrammes pour 500 kilogrammes de poids vif) associée à des grains (maïs), des pailles ou fourrages secs.

La dose pourrait probablement s'élever chez les ruminants jusqu'à 8 et 10 kilogrammes, par 500 kilogrammes de poids vif. La ration sera complétée par : tourteaux, grains, pailles, mélasse de canne, etc.

La macération ou la dilution avec l'eau mélassée sont de nature à donner de bons effets dans l'alimentation du bétail.

Ration proposée pour un bœuf de 500 kilogrammes :

Pulpe sèche	8 à 10 kilogr.
Tourteau	2 à 2kg,500
Fourrage sec ou paille	4 à 5 kilogr.
Mélasse	1 kilogr.
Eau (pour diluer la mélasse)	5 litres.

Nous n'avons pas, faute d'une quantité suffisante de matière, à faire entrer la pulpe du Henequen dans la ration de bovins, en expérience.

Nos essais directs d'alimentation n'ont porté que sur les ovins, et nous ont conduit aux conclusions suivantes :

1° La pulpe du Sisal n'est pas un aliment bien appété par les ovins.

2° Elle est plus facilement acceptée par eux sèche que macérée ou mélangée à la mélasse ;

3° Les races délicates, les individus habitués à un régime succulent délaissent cette nourriture d'une façon presque absolue ; les ovins rustiques, par contre, l'acceptent.

Il est certain qu'en opérant sur des races peu exigeantes, accoutumées à une nourriture grossière, en habituant les jeunes à ce nouvel aliment, on pourra utiliser la pulpe du Sisal pour la nourriture des moutons.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Cette explication devrait se trouver page 353, la planche II se rapporte, en effet, au mémoire de MM. A. Hébert et F. Heim.

Fruit de *Aouara*. — Astrocaryum. — Grossis, calculés après la réduction de la plante.

Fig. 1. — Coupe transv. du fruit, gros. 60 diam.
Fig. 2. — Coupe longit. du mésocarpe montrant les canaux à huile, 250 diam.
Fig. 3. — Une cellule de l'albumen corné. — Prot. protoplasma Huile. — Globule huileux. — Me. Membrane. — Aleur. Aleurone. — Crist. Cristalloïde.
Fig. 4. — Tégument de la graine vu à plat, 250 diam.

M. Pierre LARUE
Ingénieur Agronome conseil (Auxerre).

ENGRAIS EN BORDURE FORESTIÈRE

— 7 août —

Un de nos collaborateurs de Perrigny près Auxerre, M. Chouard, a divisé en deux parcelles un champ de blé aboutissant sur un bois. L'une a reçu 100 kilogrammes à l'hectare de nitrate de soude et l'autre 200 kilogrammes. Le sol graveleux, pauvre en calcaire, appartient à la zone dite des Sables verts de l'Albien.

La parcelle ayant reçu 200 kilogrammes de nitrate a donné un rendement d'un septième plus élevé que l'autre, tant en paille qu'en grain. En bordure du bois, l'excédent est d'un quart sur la parcelle à 100 kilogrammes, également influencée par les racines. La paille surtout est relativement plus longue.

Nous proposons les explications suivantes de l'action du nitrate sur le blé en bordure forestière.

Les racines de la céréale trouvent le sol occupé par les racines pérennes des arbres. Ceux-ci, ayant leur appareil radiculaire tout prêt, profitent des moindres influences favorables pour l'assimilation des éléments nutritifs, d'où le faible développement des cultures annuelles en bordure des bois.

Les engrais de fonds lentement assimilables et incorporés au sol par un labour, comme le fumier et les phosphates, ne remédient qu'en partie à cet état de choses, les racines ligneuses en prennent leur part.

Il n'en est pas de même des sels *solubles*, comme le nitrate de soude. *Mis en couverture* alors que la céréale est apte à l'assimiler, il se trouve absorbé par la plante cultivée qui en profite avant qu'il ait pu atteindre les racines les plus profondes,

Maintenant, comment expliquer que l'action du nitrate à la dose de 200 kilogrammes par rapport à la dose 100, ait été relativement plus importante à l'orée du bois, qu'à l'autre bout du champ?

C'est que le sol est plus appauvri par les arbres et la chlorophylle moins active à cause de l'ombre en bordure du bois. La plante ne profite plus de l'engrais à partir d'une certaine dose ou tout au moins, à partir de la dose optima, l'augmentation de récolte n'est pas proportionnelle à l'augmentation de la dose d'engrais. Cette dose optima serait 100 ou 150 kilogrammes pour le nitrate, en l'espèce, pour la partie normale du champ. En bordure, la plante trouvant moins de lumière et moins d'aliments, a davantage profité du sel *soluble* et utilisé au maximum les 200 kilogrammes fournis,

Nos observations ont l'avantage de ne pas faire intervenir l'idée si séduisante, mais si difficile à préciser, de l'infertilité provoquée par les excreta des racines, théorie chère aux Américains.

Discussion. — M. Heim fait remarquer qu'il existe, en effet, des différences notables, et non encore déterminées, entre les fonctions radiculaires des végétaux, suivant qu'il s'agit des plantes agricoles cultivées, plantes annuelles, ou des végétaux ligneux, essences feuillues ou résineuses, la question des mycorbizes intervient ici, d'où une grande complexité du problème. M. Blaringhem déclare qu'il serait utile d'établir des expériences précises sur l'absorption des racines.

La discussion s'étend sur l'action des engrais dans les pépinières forestières et dans les bois. MM. Sagnier, Boillet, citent des expériences probantes en faveur de l'utilisation des engrais minéraux par les essences forestières.

MM. I. POUGET et D. CHOUCHACK
(Alger).

RELATIONS ENTRE LA FERTILITÉ DU SOL ET L'ACIDE PHOSPHORIQUE SOLUBLE DANS L'EAU

— 7 août —

On sait que les eaux du sol ne contiennent que de minimes quantités d'acide phosphorique; Schlœsing fils (1) a montré, il y a déjà une dizaine d'années, que ces solutions jouaient un grand rôle dans la nutrition phosphatée des végétaux, et qu'il importait, dans l'étude de la fertilité du sol, de tenir compte de la dose d'acide phosphorique soluble dans l'eau qu'il contient.

Les expériences d'Arthus, celles de Sigmond vérifient les conclusions de Schlœsing (2).

Est-il possible, en dosant dans un sol l'acide phosphorique soluble dans l'eau qu'il contient, de savoir si ce sol a besoin ou non d'engrais phosphatés? Tel est le problème que nous avons essayé de résoudre par une série d'expériences dont nous ne pouvons donner ici encore que quelques résultats partiels.

Nous avons mis en œuvre dix-sept terres différentes sur lesquelles nous avons semé du blé.

Chaque terre était répartie entre plusieurs pots (3), tous les pots d'ordre pair ont reçu une addition d'acide phosphorique, d'azote et de potasse (sous forme de phosphate de soude, de nitrate de potasse et de nitrate de chaux); les pots d'ordre impair n'ont reçu que de l'azote et de la potasse (la même dose que les premiers).

Chaque pot porte neuf pieds de blé (marzuolo d'Amérique), semés le 17 mars; le 29 avril, on ne laisse que six pieds par pot, les trois pieds arrachés ont été pesés.

Les épis apparaissent du 17 au 25 mai, huit jours plus tôt en moyenne

(1) *C. R.*, 1898 et 1902.

(2) *An. S. Agr.*, 1902-1906.

(3) Les pots de culture sont des cylindres en fer-blanc de 40 centimètres de haut et 25 centimètres de diamètre, on les remplit de sable siliceux soigneusement; lavés jusqu'à moitié de leur hauteur environ, on achève le remplissage avec la terre. Dans tous les cas, on s'arrange de façon que tous les pots aient la même tare et qu'ils contiennent tous la même quantité de terre (4 kilogrammes). Un tube de verre plongeant jusqu'au fond du pot aère le sous-sol constitué ici par le sable.

Il est alors facile d'amener la terre de tous les pots au même degré d'humidité et de la maintenir constamment dans le même état.

Les arrosages sont faits sur la balance avec de l'eau distillée.

Grâce à ces précautions, le blé est aussi vigoureux qu'en pleine terre dans les pots qui ont reçu de l'acide phosphorique.

dans les pots qui ont reçu de l'acide phosphorique, la maturité y est aussi en avance de huit jours environ.

D'autre part, nous avons dosé l'acide phosphorique soluble dans l'eau de ces diverses terres, en nous plaçant dans des conditions aussi voisines que possible celles de de la nature :

A 10 grammes de terre, placés dans l'un des tubes d'une centrifugeuse, on ajoute 10 centimètres cubes d'eau; on agite énergiquement pour bien délayer la terre et on laisse en contact pendant vingt-quatre heures. Pour chaque terre, on prépare quatre tubes de la même façon. Ces tubes sont disposés sur un agitateur mécanique qui produit toutes les demi-heures un retournement automatique des tubes qui maintient le mélange de l'eau et de la terre.

Après vingt-quatre heures, on centrifuge la bouillie pendant quinze ou vingt minutes, on peut alors extraire de chaque tube (sans aucune filtration) 5 centimètres environ de solution parfaitement claire, on en prélève 20 centimètres pour le dosage de l'acide phosphorique.

Ce dosage est fait par une méthode néphélométrique excessivement sensible : elle permet de déceler nettement 1 gramme d'acide phosphorique (en P^2O^5) dissous dans 13.000.000 d'eau, et d'en effectuer le dosage avec une approximation voisine du cinquantième quand la concentration est de $\frac{1}{10.000.000}$. Grâce à cette méthode (qui repose sur la grande insolubilité des phosphomolybdates d'alcaloïdes) le dosage de l'acide phosphorique est beaucoup plus facile que par les procédés ordinaires.

La description du mode opératoire de dosage en montrera la simplicité :

Les 20 centimètres cubes de solution sont évaporés à sec, le résidu est calciné et repris par quelques centimètres cubes d'acide azotique, on laisse digérer à chaud pour transformer l'acide pyrophosphorique en acide ortho, puis on évapore au bain-marie; après dessiccation, on laisse la capsule sur le bain-marie pendant dix à quinze minutes pour insolubiliser la majeure partie de la silice.

Le résidu sec est repris par 10 centimètres cubes d'acide azotique à 35 0/0, on laisse digérer à froid pendant dix à quinze minutes en agitant de temps en temps pour faciliter la dissolution des phosphates, puis on décante dans une fiole jaugée de 50 centimètres cubes, on lave à plusieurs reprises avec de l'eau distillée que l'on fait passer dans la fiole, on fait un volume de 47 à 48 centimètres cubes, on agite et on ajoute 2 centimètres cubes de nitromolybdate de strychnine.

Ce réactif se prépare au moment même de son emploi en ajoutant peu à peu à $2^{c3},5$ d'acide azotique pur, 10 centimètres cubes d'une solution de molybdate de soude à 15 0/0, puis 1 centimètre cube d'une solution saturée à froid de sulfate de strychnine. On filtre si c'est nécessaire.

Le contenu de la fiole est agité immédiatement et complété à 50 centimètres cubes; il s'y forme, presque instantanément, un louche opalescent, dont l'intensité augmente avec le temps.

En même temps, on prépare, de la même façon, avec une solution titrée d'acide phosphorique un type qui servira de terme de comparaison, celui que nous employons le plus souvent contient $0^{mg},03$ de P^2O^5.

Après vingt à trente minutes, on compare avec un colorimètre ordinaire les teintes des deux liquides : si t est la teneur du témoin en P^2O^5, x la teneur de

la solution analysée, l_t et l_x les épaisseurs qui produisent l'égalité des teintes, on a :

$$\frac{x}{t} = \frac{l_t}{l_x}, \quad \text{d'où } x = t \times \frac{l_t}{l_x}.$$

Le tableau suivant résume quelques-uns des résultats obtenus :

TERRES	P^2O^5 TOTAL — par kilogramme de terre	P^2O^5 DISSOUS DANS L'EAU après 24 heures — par litre	POIDS de TROIS PIEDS DE BLÉ après 40 jours de végétation (verts)		POIDS de SIX PIEDS DE BLÉ à maturité complète (secs)	
			avec addition de P^2O^5	sans addition de P^2O^5	avec addition de P^2O^5	sans addition de P^2O^5
		milligrammes	grammes	grammes	grammes	grammes
A	2,17	1,07	37	37	90	88
B	1,6	0,48	39,5	33	72	62
C	1,05	0,14	38 38	3	77 74	26
D	0,97		37 36	2,5 3,5	71 73	24 27
E	1,49	0,17	34	1,5	81,5	14
F	1,50	0,33	37	13	89	53
G	4,80	0,44	35 35	16 14	48 63	25,5 28
H	4,78	1,07	25 30	2 2	48 78	11,5 11
I.	4,74	0,31	34 38	6 5	71,5 68	30 31
J.	4,68	0,29	45 38	7 9,5	60 77	35 38
K	4,72	0,36	40,5 41	6 6	64,5 57	32 29
L	1,49	0,40	32	16	80	49,5
M	2,16	0,41	40 37	13 13	83 81	57 58
N	1,48	0,37	38	10	79,5	51
O	0,57	0,56	32	2,5	60,5	14
P	1,37	0,20	38	7	78	46
Q	1,72	0,33	30	2	49,5	17,5

Ces résultats montrent :

1° Que dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés

4 kilogrammes d'une terre fertile peuvent assurer la nutrition phosphatée de six pieds de blé, puisqu'avec la terre A les poids de récolte sont sensiblement les mêmes dans le pot qui a reçu de l'acide phosphorique que dans celui qui n'en a pas reçu, (ce résultat justifie toutes les autres conclusions que nous pourrons tirer de nos expériences) ;

2° Que le dosage de l'acide phosphorique total ne suffit pas pour répondre à la question que nous nous sommes posé de savoir si une terre bénéficiera ou non de l'emploi des engrais phosphatés : avec des terres contenant près de 5 grammes d'acide phosphorique total par kilogramme les engrais phosphatés réagissent encore, ils sont même nécessaires pour la nutrition normale (G, H, I, J, K) ;

TERRES	P^2O^5 SOLUBLE A L'EAU — milligrammes par litre	POIDS DE RÉCOLTE de TROIS PIEDS VERTS après 40 jours rapportés à 100 de récolte avec addition de P^2O^5	POIDS DE RÉCOLTE de SIX PIEDS SECS à maturité complète rapportés à 100 de récolte avec addition de P^2O^5
	milligrammes		
A	1,07	100	98
H	1,07	7,4	17
O	0,56	7,8	23
B	0,48	83	86
G	0,44	43	48
M	0,41	34	69,5
L	0,40	50	62
N	0,37	26	64
F	0,33	28	59,5
Q	0,33	6,7	35
I.	0,31	11	44
J.	0,29	20	53
P	0,20	18,5	59
E	0,17	4,4	17
C	0,14	7,9	34

3° Que les proportions d'acide phosphorique contenues dans les eaux du sol varient notablement avec les diverses terres (de $0^{mg},14$ à $1^{mg},07$ dans nos expériences, c'est-à-dire de 1 à 7,6). Ces résultats, comme ceux de Schlœsing, de Vœlker et Frankland à Rothamsted, sont en contradiction avec l'opinion émise récemment par Milton Whitney (1) qui considère que « la composition et la concentration des eaux du sol sont sensiblement les mêmes pour toutes les terres » et aussi que *les solutions contenues dans toutes les terres arables ont une concentration plus que suffi-*

(1) *La fertilité du sol*, traduction H. FABRE.

sante pour tous les besoins des végétaux. Si ce dernier point est vrai sous le rapport de la nutrition phosphatée pour la terre A, approximativement vrai pour B, il ne l'est pas pour toutes les autres terres.

Pour faire ressortir plus clairement les différences entre l'aptitude que présentent ces diverses terres à soutenir la nutrition phosphatée des végétaux (et pour diminuer l'influence des autres facteurs physiques ou chimiques), nous représenterons par 100 le poids des récoltes dans les pots qui ont reçu un engrais complet. Les poids des récoltes dans les pots qui n'ont reçu que de l'azote et de la potasse sont inscrits dans le tableau ci-contre.

Ces résultats montrent bien qu'il y a une relation entre les rendements des récoltes et la teneur des eaux du sol en acide phosphorique, mais que cette détermination ne suffit pas, elle non plus, pour répondre à la question que nous nous sommes posée.

Ils montrent aussi que les rendements, après quarante jours de végétation, ne sont pas les mêmes qu'à maturité.

On conçoit qu'il doit en être ainsi : d'une part, les besoins de la plante en acide phosphorique varient aux diverses périodes de sa végétation ; d'autre part, la concentration des eaux du sol en acide phosphorique ne doit pas être le seul facteur de la nutrition phosphatée : au fur et à mesure que l'acide phosphorique est absorbé par la plante, il doit s'en dissoudre de nouvelles quantités dans l'eau du sol ; il peut arriver que cette dissolution se fasse assez vite pour subvenir aux exigences de la plante, mais le contraire peut aussi se produire.

Nous sommes ainsi amenés à faire entrer en ligne la vitesse de dissolution de l'acide phosphorique ; c'est cette caractéristique que nous chercherons à atteindre dans la suite de nos expériences.

M. Albert LADUREAU
Ingénieur Agronome (Saint-Cloud) (Seine-et-Oise).

LA PAILLE DE BOIS EN HORTICULTURE

— 7 août —

La culture du fraisier est une des plus importantes cultures fruitières de notre beau pays. Dans presque toute l'étendue de la France, on produit des fraises, soit en horticulture dans les jardins, soit même en grande culture, comme cela a lieu dans certains départements du Midi, de l'Ouest et dans les environs de Paris, où les fraisiers occupent des champs entiers et rapportent à leurs propriétaires d'importants revenus pouvant aller dans certains cas jusqu'à 2.000 francs l'hectare.

C'est donc une production assez importante pour mériter qu'on s'en occupe et que l'on cherche les moyens de l'améliorer, soit par le meilleur choix des variétés, par l'emploi judicieux des engrais et enfin par les soins à donner à la plante pour en recueillir le meilleur résultat. Je ne veux m'occuper dans cette étude que de ce dernier terme, en signalant à l'attention de tous ceux qui cultivent le fraisier, une application nouvelle dont j'ai eu l'idée l'année dernière, et qui mérite d'être vulgarisée, par les excellents résultats que j'en ai obtenus.

Chacun sait que lorsque la fraise est formée et qu'elle commence à mûrir, elle est sujette à de multiples causes de détérioration ou de perdition complète qui peuvent annihiler plus ou moins les efforts et les dépenses de ses producteurs.

Ce sont, en effet, les oiseaux, moineaux, pinsons, merles, geais et autres, qui s'abattent à cette époque sur les fraisiers et abîment à coups de bec les fruits qui commencent à mûrir, ou mangent avec avidité ceux qui sont bien mûrs. Ces sont en outre les limaces et colimaçons qui les trouent et les rendent invendables et pratiquement inutilisables ; ce sont, enfin, les petits vers jaunes qui attaquent tout fruit qui a un contact quelconque avec le sol et qui ont vite fait de le faire disparaître. Voilà pour les causes d'origine animale. Il y a également, surtout dans les années humides, certains petits champignons qui se développent sur les fruits sur le point de mûrir, et qui les font pourrir en quelques heures.

Ayant eu à lutter contre ces diverses causes d'insuccès, j'ai essayé de divers moyens qu'il est inutile de rappeler ici, pour m'arrêter enfin à celui qui, depuis deux ans, m'a donné le plus complètement satisfaction : il s'agit du remplacement de la paille de blé ou d'avoine, avec laquelle on entoure les fraisiers, par la paille de bois, cette sorte de petit macaroni aplati que l'industrie produit aujourd'hui en quantités considérables, à un prix de revient des plus minimes, et que l'on emploie surtout pour emballer les objets fragiles et même certains fruits.

Voici donc le procédé à suivre pour garantir efficacement les fraisiers contre les diverses causes de destruction que je viens d'enumérer.

1° Lorsque la floraison est terminée et que les fruits commencent à se former, on entoure le fraisier d'une couche de paille de bois très ouverte de quelques centimètres d'épaisseur, en ayant soin que les jeunes fruits reposent bien complètement sur ce matelas végétal qui les isole complètement du sol et qui présente, en outre, l'avantage d'empêcher leur contamination par la boue formée par la pluie ou les arrosages en année sèche. On évite ainsi les ravages causés par les vers, les limaces et les colimaçons qui ne peuvent franchir cette barrière. La pourriture, en outre, se produit beaucoup moins souvent.

2° Au moment où les fruits commencent à mûrir, ce que l'on reconnaît

facilement à leur changement de couleur, on les recouvre d'une nouvelle couche de paille très ouverte, de manière à laisser l'air et la lumière les baigner complètement et à former, autour d'eux, comme une sorte de filet protecteur. Les oiseaux craignent, sans doute, un piège dans ce nuage blanc qui protège les fruits et dans lequel ils se prendraient les pattes inutilement, sans pouvoir satisfaire leur gourmandise, et ils abandonnent la partie.

Tous les matins, au moment de la récolte, on soulève cette couche supérieure de paille de bois, on détache avec soin, aux ciseaux, les fruits mûrs et on remet en place la couverture sur les autres.

J'ai pu ainsi récolter complètement, sans presque aucun déchet, d'importantes plantations de fraisiers dont précédemment les oiseaux, limaces et autres déprédateurs détruisaient chaque année une proportion élevée.

Quand la récolte est terminée et que les fraisiers ne donnent plus, on enlève à la main toute la paille de bois employée et on la fait sécher pour s'en servir l'année suivante.

Je crois qu'elle peut être utilisée plusieurs années de suite ; de sorte que la seule dépense qu'entraîne ce mode de protection des fraisiers est celle de la main-d'œuvre qu'il exige, c'est-à-dire fort peu de chose. Ce traitement convient non seulement aux grosses fraises, mais également aux petits fruits connus sous le nom de *perpétuels* ou *quatre-saisons*. Il rendra de grands services à tous ceux qui s'occupent, en petit ou en grand, de cette intéressante culture.

GÉOGRAPHIE

M. Aug. CHEVALIER

Docteur ès Sciences, Sous-Directeur à l'École des Hautes Études,
Chef de Mission en Afrique Occidentale.

LES BOIS COMMERCIAUX DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE

— 4 août —

Poursuivant, depuis bientôt dix années, une mission d'inventaire des ressources fournies par le règne végétal dans l'Afrique tropicale française, nous avons été amené à étudier successivement les plantes productrices du caoutchouc, les plantes à gomme, certaines essences fournissant des matières grasses *(Elœis, Butyrospermum)*, divers arbustes à produits industriels ou alimentaires : cotonniers, caféiers, cacaoyers. En dernier lieu, au cours de notre mission à la Côte d'Ivoire, nous avons été chargé d'inventorier les bois de la forêt vierge africaine, qui peuvent trouver dans la métropole un débouché commercial.

Alors que, dans nos forêts des pays tempérés, on ne connaît qu'une quinzaine d'essences forestières à bois utilisable, il en existe environ cinq cents espèces dans la forêt de l'Afrique tropicale. Cette forêt couvre à la Côte d'Ivoire environ 100.000 kilomètres carrés ; elle est partout d'une très grande densité et d'une richesse incomparable.

La plupart des arbres qu'elle renferme mesurent en moyenne 25 à 30 mètres de hauteur (tronc de 15 à 20 mètres) et 40 à 80 centimètres de diamètre, mais il n'est pas rare de rencontrer certaines essences qui atteignent 40 à 55 mètres de hauteur et 2 mètres de diamètre.

Tous ces arbres n'ont pas la même valeur au point de vue commercial, aussi notre mission a principalement cherché à recueillir des renseignements précis sur les bois qui doivent attirer l'attention de l'industrie.

Deux cents espèces d'arbres ont déjà été recensées et des collections les concernant ont été rapportées au Laboratoire de l'Afrique Occidentale récemment installé au Muséum National d'Histoire Naturelle, ce qui a permis d'en faire une étude détaillée et de soumettre des échantillons choisis et travaillés aux industriels utilisant différentes sortes de bois.

Une quarantaine d'espèces ont retenu l'attention du commerce.

Les plus importantes sont les bois d'ébénisterie. On trouve, à la Côte

d'Ivoire, de nombreuses sortes d'acajou fournies par diverses espèces de la famille des Méliacées. Une seule, le *Khaya ivorensis* A. Chev., est actuellement exploitée et donne lieu, chaque année, à une exportation de 12.000 à 17.000 tonnes. D'autres essences découvertes par la mission, notamment cinq espèces encore inédites du genre *Entandrophragma* et un nouveau genre de sépotacée *Dumoria Heckeli* A. Chev., peuvent aussi être employées, comme succédanés de l'acajou.

D'autres espèces appartenant à diverses familles botaniques fournissent aussi des bois similaires du palissandre, du noyer, du buis, du gaïac, des bois satinés, des bois pour ameublements de fantaisie.

Pour la charpente et la menuiserie, la mission a trouvé une quinzaine d'espèces utilisables. Certaines comme l'*Oldfieldia africana*, l'*Entandrophragma ferruginea*, rappellent le bois de teck ; d'autres *(Uapaca, Termi-nalia, Symphonia)* imitent le chêne ; d'autres sont analogues à nos bois blancs.

Enfin il existe des bois très légers et riches en fibres *(Triplochiton Johnstoni, Mussanga, Myrianthus, Sterculia Tragacantha)* utilisables pour la fabrication de la pâte à papier et qui se développent avec une extrême rapidité.

L'exploitation de toutes ces richesses pourrait suffire pendant de longues années aux besoins de notre industrie nationale, ce qui permettrait de reconstituer, en même temps, nos forêts de France.

M. Adrien LOIR

L'EXERCICE DE LA MÉDECINE DANS LA PROVINCE DE QUÉBEC

— 7 août —

Vers 1830, les Anglais comprirent qu'il fallait donner de l'enseignement médical au jeunes Canadiens et fondèrent une Université anglaise à Montréal. Le clergé canadien-français, qui a conservé la langue française à son peuple, vit les dangers qu'il y avait à laisser les jeunes Canadiens aller étudier la médecine dans une université anglaise et, dès 1852, fonda la faculté de médecine de l'Université Laval, à Québec d'abord, plus tard à Montréal. Quel fut le résultat de cette fondation ? On cite telle petite ville de la province de Québec qui compte douze mille âmes de braves Canadiens, dans laquelle il n'y avait pas un seul médecin de langue française au milieu du siècle dernier et où, à l'heure actuelle, il n'y a plus un seul médecin anglais. Tous, peu à peu, ont été remplacés par des médecins de langue française.

Cette faculté française de médecine de Montréal eut des débuts extraordinaires. Il n'y a pas longtemps que l'étude de l'anatomie y est possible. Les médecins qui ont aujourd'hui cinquante ans se souviennent du temps où on était obligé de se cacher pour voler les cadavres nécessaires pour la dissection. Voici comment on s'y prenait. Lorsque la terre est recouverte de neige, il est très difficile d'enterrer les morts. Aussi les dépose-t-on dans ce qu'on appelle le charnier. C'est un grand hangar dans lequel les cercueils sont laissés les uns à côté des autres jusqu'aux premiers beaux jours du printemps, c'est-à-dire jusqu'au dégel.

Il n'y a pas bien longtemps, les étudiants en médecine faisaient faire de fausses clefs pour s'introduire dans le hangar et voler les cadavres qu'il leur fallait pour leurs travaux. A cette époque, qui ne remonte pas à plus de vingt ans, on devait avoir un fusil pour défendre sa peau, lorsqu'on partait pour ces funèbres équipées. Il fallait d'abord se procurer un véhicule quelconque. La plupart du temps on prenait celui-ci par fraude. Un médecin de mes amis m'a raconté qu'une fois il s'était emparé nuitamment de la carriole d'un habitant qu'il connaissait. Il fut surpris par le paysan au moment où il venait de remettre le cheval et la voiture à leur place ordinaire. Le bonhomme, crédule comme tous les habitants, trembla en entrant dans l'écurie, car il vit ses harnais en désordre et son cheval ruisselant de sueur. Il confia à l'étudiant que les gnomes s'étaient promenés la nuit dans sa voiture, et que son cheval, tourmenté par eux, allait sûrement mourir.

Ces expéditions nocturnes étaient des plus émouvantes. Le cadavre, tiré de sa bière, était mis sur le siège, à côté de l'étudiant qui servait de cocher. On le soutenait le mieux possible, pour lui donner des airs de vivant. Les habitants voisins du cimetière, poursuivaient souvent les voleurs à coups de fusil. Le cheval était lancé à toute vitesse, et on fuyait devant le danger. Un jour, un de ces cadavres avait été placé dans le fond de la voiture dont les planches étaient mal jointes et la jambe pendait sous le caisson. On s'aperçut de la chose, mais heureusement le cheval était rapide et les carabins purent emporter leur proie.

D'autres fois, on procédait différemment pour réussir à ce cambriolage macabre pour lequel on employait des ruses d'apache (1).

Lorsque le cimetière était sur une colline, après s'être emparé du personnage inanimé, on le lançait sur la pente qui devait l'amener jusqu'aux bords de la rivière qui se trouvait en bas du versant. Les morts vont vite, comme dit la ballade ; en un rien de temps, et ni plus, ni moins que s'il eût allégrement glissé sur un tobbogan, le cadavre atteignait le lieu voulu. Dans la glace qui, sur une épaisseur de plus d'un mètre, recouvrait la sur-

(1) Il ne faut pas oublier que le Canada est proche de la terre où cette tribu de Peaux-Rouges tire son origine.

face de l'eau, on taillait une cachette, et à l'abri de cette glacière naturelle, le sujet, préservé de la décomposition dans cette chambre frigorifique, attendait patiemment le moment où on pût, sans encombre, le transporter au sanctuaire de la science pour être livré au scalpel canadien.

La police était au courant de ces vols, et devait se donner l'air de vouloir les empêcher de se produire. Les enquêtes se poursuivaient jusque dans les salles mêmes de la faculté de médecine. Heureusement, les autorités policières comprenaient l'utilité des études anatomiques, et avertissaient les étudiants des descentes qu'elles étaient obligées de faire exécuter. C'est ainsi qu'un jour de panique, un cadavre fut placé sous l'estrade sur laquelle se trouvait le poêle qui chauffait l'amphithéâtre, et lorsque le commissaire de police fit son entrée, il ne trouva qu'une assemblée de jeunes Canadiens fumant leur pipe, et ayant l'air de s'amuser au lieu d'être en train de se livrer, d'une façon prohibée, à l'étude de l'anatomie.

Comme on ne leur donnait pas les sujets que nos étudiants européens obtiennent facilement dans les amphithéâtres des hôpitaux, les jeunes Canadiens furent obligés, encore longtemps, de voler les corps qu'ils pouvaient se procurer ; d'où les haines, et des levées de boucliers contre eux, car chacun pouvait se dire : c'est peut-être ma dépouille que demain on prendra pour les études anatomiques. Voilà où conduisait à cette époque, cette aberration qui refusait de donner les cadavres nécessaires aux études médicales (1).

De tout temps, a sévi cet obscurantisme sentimental. Il s'attaque aujourd'hui en France à la vivisection ; jadis, c'était à la simple dissection des cadavres. Et, sans l'anatomie, y aurait-il une chirurgie ? Le respect des morts est un sentiment aussi naturel que la pitié pour la souffrance. Comme il a fait obstacle à la médecine ! Galien ne disséqua guère que des singes. L'anatomie de l'école arabe fut misérable parce que le Coran défendait, comme une impureté, le maniement des cadavres. Au moyen âge il fallut souvent se cacher pour disséquer. Ce n'est que vers la fin du xv^{e} siècle qu'on fit, à l'École de médecine de Paris, des dissections en public.

Voyons maintenant l'état actuel de la médecine au Canada. Les médecins canadiens-français de la province de Québec vivent à côté de leurs confrères anglais, mais sans se mêler à eux. A Montréal, par exemple (où il y a deux cent mille Anglais et deux cent mille Français), il existe une société médicale française et une société médicale anglaise ; les membres de ces deux sociétés ne se connaissent même pas, en général.

Les médecins canadiens-français ont décidé, en 1902, de se réunir tous

(1) Dans nos provinces de France, ces vols de cadavres se faisaient aussi autrefois. En 1802, les étudiants de Clermont-Ferrand, comme le raconte le docteur Buy, étaient poursuivis pour les vols dans les cimetières. Il en était de même, à Montpellier, vingt ans avant. Les Canadiens imitent leurs cousins, mais à cent ans de distance !

les deux ans en un congrès, auquel ils convoqueraient tous les médecins de langue française de l'Amérique du Nord.

A la grand'messe qui précéda l'ouverture du congrès de Trois-Rivières, ce n'est pas sans une grande émotion, que mes confrères les docteurs Triboulet, Proust, et moi (de Paris), nous entendîmes le chef des zouaves pontificaux commander : « Portez armes ! Présentez armes ! Genou terre ! » Et nous songions, que cent cinquante ans auparavant, les soldats de Montcalm obéissaient aux mêmes commandements sur cette terre américaine de la Nouvelle-France d'alors !

Dans ce milieu français, il semblerait que le médecin de France puisse se créer une clientèle, car, dans la province de Québec, les malades canadiens sont naturellement dans la même situation que les hommes de l'art, et, comme eux, ne parlent que le français. Plusieurs de nos confrères de France ont essayé, depuis quelques années, d'aller faire de la médecine dans la province de Québec. Tous s'en sont allés rapidement. Pourtant, il y avait, parmi eux, d'anciens internes des hôpitaux de Paris, ayant une réelle valeur scientifique.

Le peuple canadien qui, après sa cession à l'Angleterre, avait su demeurer une nation française dans un pays anglais, et conserver sa langue, a voulu empêcher les médecins, les avocats, les notaires anglais de venir exercer au milieu d'eux. Des facultés de droit, de médecine ont été créées par les Canadiens-français. Mais, comme je l'ai dit plus haut, nos tendances nouvelles, issues de la révolution française, effarouchent nos cousins d'Amérique, si bien que jamais, à la faculté de droit, une chaire n'a été occupée par un seul Français de France (1). A la faculté de médecine, je suis le premier pour lequel une chaire ait été créée.

Un certain nombre de médecins canadiens viennent en France, mais simplement pour se perfectionner lorsqu'ils sont déjà docteurs ; ils ne viennent pas commencer la médecine chez nous, aussi ils ont moins d'éducation médicale française que les Argentins de l'Amérique du Sud, par exemple, où l'on voit, du reste, bien plus de livres médicaux de notre langue. Il faut bien dire aussi que le Canadien-français est moins riche que l'Argentin. Les Canadiens vivent entre eux ; ils ont un vocabulaire moins étendu que les Français de France ; je crois qu'on peut affirmer qu'ils lisent moins que nous. J'espère ne pas me faire écharper par eux en affirmant ceci, d'autant plus que je trouve qu'ils ont raison. Ils ont bien d'autres choses à faire, dans ce pays neuf, qu'à chercher l'érudition bonne pour les concours de la vieille Europe.

Les Canadiens ont donc, encore à l'heure actuelle, le désir de ne pas voir venir au milieu d'eux de médecins français.

(1) Cependant, dans les tribunaux de la province de Québec, on applique en grande partie nos lois françaises, et on suit la coutume de Paris.

Lorsque je suis arrivé en Australie, il y a quinze ans, comme directeur de l'Institut Pasteur à Sydney, j'ai présenté mon diplôme de docteur en médecine de la Faculté de Paris au conseil médical chargé d'examiner les demandes pour l'exercice de la médecine. On m'a questionné pendant cinq minutes sur la longueur de la durée des études médicales à Paris, sur les matières enseignées, et on m'a donné, immédiatement, le diplôme australien.

Pendant ma mission dans l'Afrique du Sud, feuilletant un jour le recueil des règlements sur l'exercice de la médecine, je vis que les médecins allemands, russes, suisses, autrichiens pouvaient faire inscrire leur diplôme et exercer la médecine comme ils le voulaient. Le décret ne parlait pas des médecins français ; je me rendis compte que c'était probablement parce que jamais un Français n'était venu faire inscrire son diplôme. J'écrivis au gouvernement pour faire combler cette lacune. Il me fut répondu qu'on ne pouvait pas ajouter les médecins français ; que si, au début, ils n'avaient pas été placés sur la liste, il devait y avoir une raison, mais que, pour moi, je n'avais qu'à produire mon diplôme et qu'on statuerait de suite sur mon cas en me donnant la licence. Je répondis qu'en mission officielle, chargé de soigner des hommes atteints de rage et d'autres du Béri-Béri, je ne considérais pas avoir besoin d'autorisation spéciale, pour moi personnellement.

Pendant tout mon séjour, j'exerçai la médecine sans être inquiété. Je regrette, à l'heure actuelle, de ne m'être pas fait inscrire, car cela eût créé un précédent que les médecins français qui iront dans la suite s'installer dans le pays pourraient invoquer. J'ai signalé, en son temps, cette lacune des règlements qui, en ne mettant pas le docteur français sur le même pied que celui des autres pays, nous crée une infériorité vis-à-vis des populations qui se demandent si les études faites en France ne sont pas aussi bonnes que celles faites dans les autres pays compris sur la liste.

Lorsque je suis arrivé à Montréal l'an dernier, comme professeur à la Faculté de médecine, j'ai tenu à faire enregistrer mon diplôme pour avoir le droit de signer une ordonnance et surtout pour que, devant les élèves, je sois un médecin aussi qualifié que les autres. Je présentai donc au conseil médical chargé d'examiner les titres des futurs praticiens mon diplôme de docteur en médecine de la Faculté de Paris et la licence qui me donne le droit d'exercer la médecine en Australie ; je pensais recevoir immédiatement le droit d'exercice de la médecine. Il n'en fut rien. Les médecins munis d'un diplôme étranger doivent passer un examen, sur toutes les branches des études médicales avant de pouvoir pratiquer. Il me fallut subir une série d'épreuves devant dix médecins examinateurs, gouverneurs du collège des médecins, élus par leurs confrères ; l'examen dura plus de deux heures, plus de dix minutes pour chaque examinateur.

Les questions qui m'ont été posées, ainsi que la durée des épreuves publiques, montrent que cet examen a été sérieusement fait. Voici ces questions :

Mécanisme de l'accouchement. — Accidents après l'accouchement. — Fièvres à la suite des accouchements. — Prolapsus utérin.

Mécanisme de l'infection de l'oreille externe. — Mécanisme de l'infection de l'oreille interne.

Rhinite athrophique. — Rhinite hypertrophique.

Innervation de l'œil. — Troisième paire des nerfs craniens.

Les ophtalmies.

Diphtérie. — Trachéotomie. — Sérum.

Tumeurs adénoïdes.

Désinfection d'une pièce.

Maladies données par l'eau.

Quantité d'air nécessaire à la vie de l'homme.

Mécanisme de la mort dans la sidération.

Respiration artificielle. — Tractions rythmées de la langue.

Génération spontanée.

Diagnostic différentiel entre la rage et le tétanos.

Scarlatine.

Cancer du sein.

Traitement des plaies simples.

Symptômes de l'empoisonnement par l'atropine.

Préparation de l'eau oxygénée.

Adrénaline.

Calomel en thérapeutique.

Aloés.

Après m'avoir reçu, avec grande distinction, comme veut bien le dire le rapport officiel, l'un des examinateurs vint, comme pour s'excuser, me dire :

Nous vous remercions bien d'avoir subi cet examen ; maintenant, quels que soient les titres des médecins, qui viendront de France, nous pourrons leur demander, à tous, de faire comme vous. Aucun ne pourra présenter plus de titres puisque vous veniez comme professeur dans une de nos facultés, où une chaire a été créée pour vous.

Quoiqu'il en soit, que le docteur en médecine français qui arrive au Canada sache bien qu'il aura à payer quarante dollars pour frais d'examen, vingt dollars pour frais de diplôme, et qu'il devra se présenter devant un jury de médecins pour subir un examen de plus de deux heures sur toutes les matières qui composent l'enseignement médical. Après cela, mais seulement après, il aura le droit d'exercer la médecine.

On a tellement parlé du Canada depuis quelques années qu'il devient à la mode. Non seulement les colons agriculteurs songent à y aller, mais aussi ceux appartenant à des professions libérales. Nous pensons donc qu'il est utile de mettre en garde les médecins français qui songeraient à partir, pour s'établir dans la province de Québec.

ÉCONOMIE POLITIQUE ET STATISTIQUE

M. HENROT

Ancien Maire de Reims.

DES MOYENS D'ARRÊTER LA DÉCHÉANCE SOCIALE DE L'ENFANT

— 7 août —

Lors du dernier Congrès de Reims, nous avons cherché à faire ressortir la grande lacune qui existe dans l'enseignement public, pour les enfants dénués de ressources, entre l'école primaire et le moment où ces enfants peuvent, sans entrave administrative, gagner leur vie. Nous avons préconisé les écoles professionnelles qui, selon les dispositions intellectuelles et physiques de chaque enfant, peuvent lui permettre d'apprendre un métier qui le fera vivre honorablement. Le mal que nous avons signalé existe surtout dans les grandes villes industrielles, qui ont le triste privilège d'être ouvertes administrativement aux repris de justice qui forment un véritable état-major du crime.

La question que nous soulevons a le plus haut intérêt au point de vue social et au point de vue de la sécurité des citoyens.

La criminalité chez l'enfant prend des proportions effrayantes; elle a augmenté de 450 0/0 en soixante-quinze ans.

Les délinquants (de droit commun de seize à vingt ans) :

1830	6.900	1880	23.300
1840	9.000	1890	29.300
1850	13.900	1900	30.400
1860	18.500	1905	31.400
1870	19.500		

Cette augmentation a surtout porté sur les meurtres et les assassinats (*Av. 1-08*).

Deux exemples récents qui se sont produits à Reims, dans le courant de la même semaine le démontrent péremptoirement.

Lors de la fête nationale, autour d'un kiosque où le bal venait de se terminer, un père de famille de quatre enfants, très honnête et très laborieux ouvrier a reçu, en rentrant chez lui, sans la moindre provocation de sa part, un coup de couteau mortel d'un enfant de quinze ans.

Huit jours plus tard, à la suite d'un bal un adolescent a tiré à bout portant un coup de revolver sur un jeune homme qu'il supposait être son rival. Nous pourrions multiplier ces exemples; des faits de cette nature sont malheureusement trop fréquents ; ces mineurs tuent avec une inconscience extraordinaire.

On peut attribuer, à quatre causes principales, cette recrudescence de la criminalité juvénile: le défaut absolu d'éducation morale, l'alcoolisme des parents, l'impossibilité, pour un grand nombre, de trouver du travail, et la suppression de l'apprentissage.

L'éducation morale se donne d'une façon sommaire à l'école primaire jusqu'à l'âge de treize ans ; après cet âge, des sociétés cultuelles catholiques, protestantes, juives, organisent des cours du soir, des conférences, des patronages, mais combien d'enfants échappent à toute surveillance, et à toute direction ; la famille devrait se charger de ce soin, mais souvent le père et la mère partent à l'atelier dès six heures du matin, la maison paternelle reste vide, ou s'il y a beaucoup d'enfants la mère demeure au logis, mais est trop occupée pour prendre soin du grand garçon. Depuis le repos hebdomadaire, le père voit le dimanche tous les ateliers et tous les magasins fermés, il ne peut faire de démarches utiles pour trouver du travail pour son enfant.

Si la famille s'adonne à l'alcoolisme, ce milieu amoral, les déplorables exemples qu'il a sous les yeux, contribuent, pour une large part, à sa déchéance morale. Depuis la loi sur les moralement abandonnés, et la déchéance paternelle, un certain nombre d'enfants sont recueillis par l'État et assimilés aux enfants trouvés ; mais combien nombreux sont ceux qui restent en dehors de cette loi salutaire!

La difficulté de trouver du travail pour les enfants de treize à seize ans et la suppression de l'apprentissage constituent deux dangers très réels.

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit l'année dernière au Congrès de Reims.

Autrefois l'apprentissage était la règle, il tenait un rôle prépondérant dans l'éducation du futur ouvrier; il a subi une crise funeste: M. le député Flandrin, disait, il y quelques jours (*Revue* p. 331) :

> Trop souvent nos lois sur la réglementation du travail en fermant les ateliers aux mineurs, font d'eux des vagabonds.

Ces lois restrictives de la liberté du travail, qui ont été faites dans l'intérêt de la santé physique de l'enfant, sont souvent désastreuses au point de vue moral ; autrefois, aussitôt la période scolaire terminée, le fils suivait son père à l'atelier, il était de sa part l'objet d'une constante surveillance ; on prenait le repas en famille, on retournait ensemble au travail. Aujourd'hui, l'enfant ne pouvant être occupé que dix heures est impitoyablement exclu de l'atelier où son père travaille pendant onze et douze heures.

Les enfants mineurs, objet d'une législation spéciale, ne sont plus jamais embauchés avec leurs parents, aussi trouvent-ils très difficilement à gagner leur vie ; ils deviennent à charge à leur famille, la maison paternelle leur est fermée, il ne leur reste que la voie publique où ils font de déplorables rencontres et deviennent rapidement de fort mauvais sujets ; ils prennent l'habitude de la paresse et de tous les vices.

Cet apprentissage n'est malheureusement pas long à faire, il suffit de quelques semaines pour que la dégradation et la corruption aient accompli leur œuvre néfaste.

Ces demi-abandonnés (abandonnés par la force des choses) qui, pour le plus grand nombre, fussent devenus de bons citoyens, s'ils n'avaient pas été séparés de leur famille, sont enrôlés, pour ainsi dire malgré eux, dans cette armée des récidivistes de la police correctionnelle. Nous pourrions longtemps nous étendre sur cette genèse des vagabonds et citer de nombreux exemples : le fait brutal n'est, du reste, contesté par personne ; cherchons donc les moyens que l'on pourrait opposer à cette dépravation presque involontaire.

Ces moyens sont différents selon le degré d'intelligence de l'enfant et selon le niveau moral plus ou moins élevé de la famille.

Les écoles professionnelles (écoles primaires supérieures, écoles pratiques des arts industriels, écoles de commerce, écoles ménagères, s'adressant à l'élite des enfants) donnent d'excellents résultats, elles leurs ouvrent de nombreuses carrières lucratives.

Les écoles ouvertes aux enfants qui ont commis des délits, colonies pénitentiaires, écoles de réforme, écoles de bienfaisance (en France, Mettray, Th. Roussel) ; en Belgique, Ypres ; en Hollande, Weenhungen ; en Angleterre, Esset donnent d'excellents résultats.

Pour les élèves qui n'ont fait qu'une courte apparition dans le vagabondage, les résultats sont définitifs, les enfants en état de gagner leur vie sont sauvés, complètement sauvés. Pour ceux qui ont été des récidivistes de la police correctionnelle, un séjour de deux ou trois années, pendant lesquelles leur conduite a été irréprochable, ne les a pas transformés ; quand ils quittent l'école avec des vêtements neufs, avec un pécule assez sérieux, beaucoup au dire du Directeur d'Ypres retombent dans leurs anciennes habitudes.

Il ne suffit donc pas de bien faire, de dépenser beaucoup d'argent pour arriver à un bon résultat ; il faut que ces moyens excellents en eux-mêmes, soient appliqués sur les natures qui n'ont été touchées que très superficiellement par le vice ; il est facile de prévenir, il est très difficile de guérir ceux qui ont pris des habitudes de désordre.

Ces constatations doivent faire naître dans nos esprits de graves réflexions ; il faut revenir aux règles générales qui dominent toutes les

sciences sociales ; c'est au début, et non en pleine corruption que le remède peut être efficace, là où la médecine sociale est impuissante, l'hygiène sociale donne les plus heureux résultats ; au lieu de dépenser des centaines de millions dans les prisons, les maisons de correction, les colonies pénitentiaires, les hospices de dégénérés, combien il serait plus économique d'empêcher ces enfants de tomber dans le vice, en leur donnant de treize à seize ans, une éducation morale obligatoire, en leur assurant un travail rémunérateur, en favorisent le développement de l'apprentissage !

Pour les enfants moins bien doués, l'apprentissage, c'est-à-dire le moyen d'apprendre un métier, rien qu'un métier, toujours le même, serait la sauvegarde du plus grand nombre; c'est de ce côté que nous voudrions voir se produire le plus grand effort. Les écoles coûtent très cher comme installation et comme fonctionnement; celles qui existent seraient bien insuffisantes si elles devaient recueillir tous les enfants pauvres de treize à seize ans, mais l'apprentissage peut les remplacer, avec un tout petit effort pécuniaire.

Pour l'assistance des vieillards, pour les aliénés, le placement familial peut être très utile; dans ces cas cependant on a affaire à des vieillards qui ne peuvent être d'aucun secours ou à des malades qui sont une gêne ou un danger; mais pour des enfants bien portants de treize à seize ans, sortant des écoles primaires, le placement serait plus facile. Nous en avons vu l'expérience avec les colonies de vacances; des enfants de la ville ont été reçus chez des paysans moyennant 1 franc ou 1 fr. 25 c. par jour ; les instituteurs avaient choisi des ouvriers honorables, sainement logés; depuis plusieurs années des centaines de petits citadins ont pu passer deux mois à la campagne dans les meilleures conditions, sans qu'aucune plainte ait été formulée de l'un ou de l'autre côté ; pourquoi ne pas faire de placements semblables pour les enfants qui quittent l'école et qui trouveraient chez des boulangers, des tailleurs, des menuisiers, des maréchaux, etc., des personnes qui se chargeraient d'eux, moyennant une rétribution de 1 franc ou 1 fr. 25 c. par jour.

Pour résoudre cette grave question, il suffirait de trouver des sociétés qui, avec le concours de l'État, du département ou de la commune, assureraient 400 francs par an à la personne qui prendrait un apprenti pendant trois ans ; ce serait une somme de 1.200 francs par enfant qu'il faudrait réunir pour faire de bons citoyens, d'enfants condamnés sans cela au vagabondage. La solution de ce problème nous semble relativement facile. Ces sociétés civiles, instituées conformément à la loi, constitueraient des caisses d'apprentissage ; l'appoint de 1.200 ou 1.300 francs dans un ménage de paysans serait bien vite accepté. Cette question sociale doit préoccuper tous ceux qui ont à cœur de défendre notre pays contre l'invasion du vice.

Dans une société bien organisée, il est inadmissible qu'au vu et au su de tout le monde, on laisse s'organiser une armée de vagabonds et de malfaiteurs.

L'obligation du travail s'impose ; il serait à désirer que des particuliers pussent assurer, dans toutes les variétés d'industrie, une rémunération suffisante. Tout individu, sans ressources, serait obligé de travailler dan des ateliers largement ouverts à tous, sinon il se verrait condamner comme vagabond, et serait envoyé, s'il est mineur, dans une colonie pénitentiaire.

La Société internationale d'assistance, sur le rapport de M. Louis Rivière, a émis le vœu que dans chaque département, il soit créé un ou plusieur ateliers d'assistance par le travail, organisés soit par le pouvoir public, soit par les œuvres privées, mais ouverts à tous ceux qui se présentent.

Dans le même esprit, M. Dubief, ancien ministre, a fait un rapport à la Chambre des Députés demandant la création, dans chaque commune, d'un abri permettant de recueillir les passants dénués de ressources. Au lieu de prévoir une organisation générale pour toute la France et pour toutes les communes, il serait plus prudent de commencer cette organisation dans les grands centres ouvriers, où cette installation est la plus nécessaire.

Cette sociologie préventive aurait aussi un puissant retentissement sur le recrutement de notre armée; donner au pays le plus grand nombre possible d'hommes bien constitués physiquement et moralement est un objectif qu'il ne faut pas négliger.

Les jeunes gens tarés qui ont échappé à la correctionnelle et à la prison entrent dans l'armée en y apportant un détestable esprit ; leur contact est malsain ou dangereux pour ceux qui devraient être leurs camarades, ils rendent souvent pénible pour tous le séjour à la caserne, qui devrait être l'école démocratique par excellence, puisque tous les soldats devraient vivre dans une solidarite complète, et être tous animés du même esprit de sacrifice, du même amour pour la patrie.

Dans la chaine ininterrompue des âges, entre le nouveau-né et le vieillard, il y a, dans la protection, un échelon qui manque, c'est celui qui correspond à l'adolescence, c'est cependant dans cette période que le jeune homme a le plus besoin d'être soutenu pour traverser cette crise sans porter des atteintes souvent irrémédiables à sa force physique et à sa force morale.

Nous concluons en proposant pour arrêter le vagabondage et ses conséquences chez l'adolescent, les moyens suivants :

1° Assurer légalement le développement intellectuel et moral de tous les enfants de treize à seize ans, par des cours et des conférences du soir, pour tous ceux qui ne trouvent pas ce bienfait dans leur famille ou dans leur famille d'adoption ;

2° Multiplier les écoles professionnelles et ménagéres de toute nature :

3° Reviser la loi du travail des enfants mineurs ;

4° Créer des sociétés dirigeant des caisses d'apprentissage pour favoriser le placement des jeunes gens de treize à seize ans ;

5° Créer, dans les communes importantes, des ateliers d'assistance par le travail, obligatoires pour tous les enfants trouvés sans ressources sur la voie publique.

M. Jules HENRIET

Ingénieur (Marseille).

SOCIALISME D'ÉTAT. — NÉCESSITÉ D'ORGANISER UNE COMPTABILITÉ COMMERCIALE RÉGULIÈRE ET PERMANENTE DES PROFITS ET PERTES, POUR CHACUN DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS EXPLOITÉS PAR LE GOUVERNEMENT, PAR LES DÉPARTEMENTS ET PAR LES MUNICIPALITÉS.

— 3 août —

Les établissements industriels exploités en France par l'État, par les départements et par les municipalités, ne tiennent pas de comptabilité commerciale. Les opérations de chacune des entreprises dirigées par des fonctionnaires ne sont soumises ni à l'obligation des inventaires légaux, ni aux balances de fin d'exercice. Il résulte de cette situation anormale en matière d'exploitation industrielle, un gaspillage permanent de la fortune publique, une irresponsabilité totale des hauts fonctionnaires dirigeants et des récriminations très dangereuses, parfois justifiées, émanant du personnel employé pour la main-d'œuvre ; certains établissements sont dotés de gérances absolument blâmables, quelquefois même scandaleuses.

Depuis longtemps déjà, des économistes expérimentés, des contribuables attentifs aux accroissements constants du budget et des membres du Parlement, aussi bien du Sénat que de la Chambre des députés, ont signalé cette regrettable lacune à l'examen des pouvoirs publics. Des études spéciales assez nombreuses et souvent répétées, ont été périodiquement entreprises pour rechercher un mode rationnel d'exploitation moins répréhensible ; aucune de ces études, malgré la valeur de quelques-unes, n'a encore possédé assez d'autorité pour pouvoir fixer l'attention des gouvernants ou des législateurs.

En présence des tendances très accentuées des Assemblées politiques contemporaines qui se proposent de procéder même hâtivement aux applications du socialisme d'État, il y a une urgence absolue de reprendre l'examen des principales considérations émises antérieurement, sur l'importance de la comptabilité et du contrôle auprès des établissements

industriels exploités par les fonctionnaires. La Société de Statistique de Paris, dans sa séance du 20 mai 1908, présidée par M. Albert de La Tour, a délibéré sur les avantages qu'il y aurait à remettre en discussion la nécessité d'imposer une comptabilité commerciale à tous les établissements organisés en services publics et gérés sous la responsabilité des corps électoraux.

Une proposition de vœu, destinée à être soumise aux membres de l'Institut International de Statistique, a été présentée par M. Schelle, dans le but de connaitre tous les éléments mis en action, pour l'exploitation des industries d'État.

On sait, dit M. Schelle, qu'il n'existe de statistique ni des industries d'État, ni des industries départementales, ni des industries municipales. En général, il n'est pas possible de connaître les résultats financiers de ces entreprises. Cette lacune devrait être comblée; l'école économique libérale, Turgot en tête, estime que le Gouvernement ne peut pas être un bon industriel, elle regarde le socialisme d'État comme dangereux, en ce que notamment, il détruit l'industrie privée, car l'État ou l'Administration publique qui le remplace ou l'imite, ne craint pas de perdre et ne sait même pas, faute de documents, ni la valeur de ce qui est perdu, ni l'époque ou l'origine des pertes.

Les interventionnistes prétendent, au contraire, que l'État, pouvant se procurer de bons agents, doit avoir de bonnes exploitations. Cette prétention est purement théorique et sans fondement, car on ne possède aucune statistique pour l'établir. Les interventionnistes disent aussi que l'État n'a pas à s'occuper de réaliser des gains sur ses opérations. Ce point de vue est absolument erroné, il ne pourrait être admissible que si les services industriels ou commerciaux à rendre au public ne comportaient pas d'achats et de ventes; ce n'est pas assurément le cas pour les monopoles fiscaux, tels que les exploitations des tabacs, des poudres, des allumettes, des monnaies, des manufactures de porcelaines, des manufactures de tapis, des imprimeries du *Journal officiel*, des Eaux de Versailles, des Établissements de bains de Vichy, d'Aix et autres, des chemins de fer d'intérêt général de la Vendée ou d'intérêt régional de La Mure, des postes, télégraphes et téléphones; enfin, de toute entreprise basée sur un privilège exclusif.

Les recettes brutes de l'ensemble des exploitations industrielles monopolisées par le Gouvernement français s'élèvent à près d'un milliard de francs par an. Dans les documents budgétaires, ces recettes ne sont rapprochées des dépenses que pour les entreprises qui font l'objet de budgets particuliers annexes. En ce qui concerne les petites entreprises, les recettes et les dépenses ne sont indiquées spécialement que dans des comptes définitifs, mais après des laps de temps fort éloignés des autorisations. Les ventilations que l'on peut effectuer sur les comptes d'archives ne suffisent pas toujours pour distinguer ou pour déterminer la part de chaque entreprise; le rappel des dépenses antérieures à l'exercice écoulé n'est pas fait, de sorte que le capital engagé n'est pas connu et qu'il est difficile, parfois impossible, de le déterminer à l'aide des comptes définitifs. En l'absence d'écritures d'ordre, les opérations importantes ne sont pas décrites dans les documents budgétaires.

Toutefois, pour les entreprises concernant les allumettes et les tabacs, les comptes sont publiés; en outre, pour les chemins de fer de l'État, les comptes d'ordre, souvent trop brefs, sont complétés dans une certaine mesure par les documents

annuels publiés provenant de la statistique générale. Mais ces comptes ne ressemblent pas à ceux de l'industrie privée et ne font nullement connaître les charges réelles des capitaux engagés. Dans les autres pays qui ont fait des tentatives de socialisme administratif, tels que l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique, les documents publiés sur les entreprises d'État, de provinces ou de municipalités, n'offrent, en principe, que des renseignements sans précision.

Pour le socialisme municipal, qui s'est plus facilement développé que le socialisme d'État, presque partout le public demande des comptes. En Angleterre, une Commission administrative a fait des propositions dans ce sens; en Italie, la loi du 29 mars 1903 l'a exigé; en Bohême, les municipalités qui possèdent des établissements industriels communaux sont tenues de dresser un bilan patrimonial. Le même besoin de clarté s'est manifesté pour les industries d'État, surtout pour les exploitations de chemins de fer en Belgique, en Italie, en Russie, ainsi qu'en France.

Des changements profonds dans l'organisation de la comptabilité publique auraient besoin d'être popularisés, mais on redoute que ces changements dans la tenue des comptes de trésorerie générale ne fassent surgir des inconvénients administratifs. On craint que l'on arrive avec des comptes distincts, à l'autonomie complète des industries patronnées par les Assemblées délibérantes. Quoique les appréhensions à ce sujet soient beaucoup plus artificielles que réelles, on pourrait s'en tenir à multiplier les budgets annexes, sans pour cela qu'il y ait aucun danger pour la gérance rationnelle des finances gouvernementales.

Il serait acceptable, si on craint de modifier trop profondément les traditions budgétaires du pays, d'obliger simplement les directions de chaque entreprise d'État, de département ou de municipalité, de dresser, d'accord avec les services financiers, une statistique bien faite, où les charges réelles du capital d'établissement seraient rapprochées des recettes nettes d'exploitation. C'est ce qui se passe en Belgique, depuis 1905, pour les chemins de fer administrés par l'État. De la revision qui a été alors opérée dans les comptes, il en est résulté que, dès 1903, les charges du capital se sont élevées et que les bénéfices annuels ont diminué; ce mouvemeni régressif s'est continué jusqu'en 1906.

A la Société de Statistique de Paris, lors de la discussion de la proposition de vœu présentée par M. Schelle, un sentiment de crainte pour la tenue régulière des comptes de finance s'est manifesté auprès d'un grand nombre de membres. L'un d'eux, M. Desroys du Roure, estime comme l'a exprimé M. Schelle, qu'il y aurait des inconvénients à établir des compartiments étanches dans les budgets municipaux, comme du reste dans ceux des départements ou de l'État, mais il y a grand intérêt cependant à établir un compte moral pour chaque service industriel. Ce compte a été dressé à Paris pour l'Usine municipale d'Électricité des Halles, qui vient d'être cédée à l'Union des Secteurs électriques. A la fin de 1907, l'usine aurait amorti entièrement son capital de premier établissement.

Comme ses collègues, M. Charles Laurent estime nécessaire de bien envisager toutes les difficultés du projet soumis aux discussions de la Société de Statistique de Paris. Certaines difficultés sont d'ordre purement matériel; on sait que, pour les entreprises anciennes, il sera très difficile de retrouver les éléments nécessaires à l'établissement d'un compte moral.

Dans un autre ordre d'idées, M. Charles Laurent suppose que les théories régnantes au sujet des industries d'État, ainsi que les tendances qui se manifestent dans certains milieux gouvernementaux, seront un obstacle à l'établissement de statistiques dressées sur documents comparables. C'est ainsi que les chemins de fer d'État sont considérés, en Allemagne, comme une source de bénéfices pour le Trésor public, tandis qu'en Suisse, au contraire, les chemins de fer de l'État ne doivent, en principe, rien rapporter à la Confédération ; les bénéfices réalisés par l'Administration des chemins de fer suisses, doivent être consacrés à l'amélioration des salaires du personnel, au perfectionnement du matériel et au dégrèvement progressif des tarifs de transports. Aussi, malgré le très grand intérêt que parait présenter l'étude proposée par M. Schelle, il semble à M. Charles Laurent qu'il y a une grande difficulté à trouver une formule nette, pour la rédaction du vœu qui pourrait être présenté à l'Institut International de Statistique, de la part de la Société de Statistique de Paris.

M. de La Tour, partageant l'avis de M. Charles Laurent, se demande s'il ne serait pas mieux d'obtenir des statistiques nationales avant de demander des comparaisons internationales. Il pense qu'il ne serait pas prudent de proposer à l'Institut International de Statistique des recherches qui pourraient soulever des difficultés considérables pour les rédactions.

Malgré les difficultés que présente la réalisation pratique de travaux rédigés sur des bases communes et qu'il ne se dissimule pas, M. Schelle, l'auteur de la proposition, pense, néanmoins, qu'à défaut de documents complets, on pourrait, pour les entreprises anciennes, faire des évaluations sinon rigoureusement exactes au moins très approximatives. En présence des aspirations à la clarté qui se manifestent dans toutes les nations intéressées et dans tous les partis politiques, au sujet des industries d'État, de département et de municipalité, il ne serait certainement pas téméraire d'émettre un vœu demandant que les établissements professionnels dirigés par des fonctionnaires soient dans l'obligation absolue d'établir des statistiques de leurs opérations commerciales, c'est-à-dire des situations de comptabilité financière analogues à celles des entreprises privées.

Il résulte des opinions émises au sein de la Société de Statistique de Paris, dont les conclusions ont été résumées dans le numéro du *Journal officiel* à la date du 2 juillet 1908, que si l'on a montré les difficultés d'établir des statistiques régulières sur les entreprises industrielles fondées par le socialisme gouvernemental contemporain, on a montré l'utilité et même l'urgence de l'établissement de ces documents. M. Neymarck suppose que, malgré les obstacles que l'on pourra rencontrer dans les divergences que présentent les règles de la comptabilité publique, établies par chacun des divers gouvernements ayant des industries administratives, on doit donner un sympathique acquiescement à la proposition d'émettre un vœu

destiné à être transmis à l'Institut International de Statistique, à la condition toutefois de prendre les plus attentives précautions de convenances pour ne pas provoquer des susceptibilités de la part des pouvoirs exécutifs et législatifs, auprès des nationalités intéressées à tel ou tel mode d'exploitation.

Sans que l'on ait à préjuger sur les bienfaits ou les erreurs des applications économiques émises par les partisans du socialisme d'État, on doit reconnaître qu'il y a une évidente nécessité à demander que l'on dresse, par l'entremise des administrations publiques qui en ont la possibilité, des comptabilités commerciales très précises dans chacun des établissements industriels dont la direction est confiée à des représentants des pouvoirs publics.

Étant donnée l'importance de l'étude discutée incidemment, mais avec une expérience profonde, par un certain nombre de membres de la Société de Statistique de Paris, il y aurait opportunité à la Section d'Économie politique et de Statistique de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, de fixer son attention sur cette délicate question. D'abord elle pourrait féliciter la Société de Statistique de Paris de l'initiative qu'elle a prise, pour demander aux administrations gouvernementales des différentes nations, de la lumière dans les applications encore si obscures du socialisme d'État. Mais cela n'est pas suffisant, elle pourrait aussi se joindre aux efforts de la Société de Statistique de Paris pour concourir avec elle, dans la mesure de son influence et avec la documentation qu'elle possède, à la réalisation du travail de comptabilité commerciale qui manque actuellement pour les comparaisons.

Dans cette pensée, après un examen réfléchi des opinions émises sur les avantages et les difficultés d'un établissement de comptabilité permanente, reflétant avec une rigoureuse exactitude la situation financière des entreprises industrielles dirigées par des agents irresponsables, la Section d'Économie politique et de Statistique de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences se joint à la Société de Statistique de Paris pour demander avec elle qu'un projet de statistique des industries d'État soit soumis à l'examen de l'*Institut International de Statistique*.

PÉDAGOGIE ET ENSEIGNEMENT

M. Paul GALLOIS

Secrétaire général de l'Association des Parents d'Élèves du Lycée Carnot (Paris).

LES RÉFORMES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ET LES ASSOCIATIONS DE PARENTS D'ÉLÈVES

— 4 août —

Depuis la création de l'Université, les conditions de l'enseignement secondaire se sont notablement transformées. Autrefois l'instruction des lycées avait surtout pour but de former un honnête homme dans le sens où ce terme était pris au grand siècle. Destinée à orner l'esprit, elle ne s'adressait qu'à une aristocratie. Mais peu à peu la culture se généralisant, la bourgeoisie et même les enfants du peuple aspirèrent à participer aux humanités gréco-latines. La population des lycées s'étendant, alla en se démocratisant Du même coup le but de l'enseignement se modifia, il ne fut plus considéré comme une parure élégante, mais comme une arme dans la lutte pour la vie. Ce que nous, parents, nous demandons à l'Université, c'est de mettre nos fils en état de gagner leur pain. Nous sommes heureux qu'ils ornent leur esprit par la fréquentation des littératures anciennes, mais à une condition c'est que la culture désintéressée ne fasse pas trop oublier le côté utilitaire de l'enseignement. L'Université a d'abord résisté à cette tendance et c'est un peu à son corps défendant qu'elle a accepté d'abord la bifurcation et la scission de l'enseignement en deux branches : l'une littéraire, l'autre scientifique. Depuis lors, le mouvement de spécialisation s'est continué et, pour donner satisfaction à un plus grand nombre de besoins différents, l'on a vu se créer successivement l'enseignement moderne, puis la division des études en quatre sections.

Peut-on dire que ce mouvement n'ira pas plus loin ? Je ne le crois pas. Il me semble, par exemple, que l'on n'a pas fait, dans ces dédoublements successifs, une part suffisante aux sciences physiques et naturelles. Ces malheureuses sciences sont encore chez nous regardées comme des cadettes pauvres et l'on n'a de considération que pour les lettres ou les mathématiques. Il n'y a pas de prix d'honneur pour la physique ou la chimie. Ce sont pourtant des sciences au moins aussi importantes que les mathématiques et, si, dans ces domaines, nous sommes un peu en retard

sur les Allemands, cela tient certainement en grande partie au dédain relatif que l'on a pour elles dans les lycées.

Quant aux sciences biologiques, elles sont encore moins considérées et un prix d'histoire naturelle n'est pas beaucoup plus estimé qu'un prix de dessin ou de gymnastique.

Elles ont cependant une grande valeur éducative. Elles habituent à l'observation et au jugement personnel et développent l'esprit inductif. Au point de vue utilitaire, je regrette que l'on n'ait pas créé, pour ces sciences physiques et naturelles, une section précieuse pour les futurs médecins. J'ai constaté d'ailleurs avec plaisir que, sur ce point, je m'étais rencontré avec Berthelot qui lors de la grande enquête demandait que l'examen des sciences physiques, chimiques et naturelles, le P. C. N. qui ouvre la porte de l'École de Médecine, pût se préparer au lycée.

D'autres parents, sans doute, ayant des aspirations différentes pour leur fils pourraient demander également d'autres types d'enseignement plus particulièrement appropriés à telle ou telle profession. Certains, voudraient peut-être une instruction un peu plus commerciale. On répondra : « Qu'ils mettent leurs enfants à Colbert ou à Turgot. » Mais s'ils désirent qu'en même temps leurs enfants fassent du latin, ils ne peuvent les envoyer ailleurs que dans des lycées. Même dans l'intérêt de la culture grecque et latine, il serait utile de leur donner satisfaction.

L'État, en somme, est actuellement assez disposé à écouter ces revendications. C'est que lui aussi s'est transformé. Autoritaire autrefois, il devient de plus en plus démocratique. Sous les régimes monarchiques, il se croyait le droit d'imposer un enseignement et de le diriger. Je ne dis pas que cette conception autocratique ait complètement disparu et que l'Université ne se considère plus comme tenue de réaliser ce que, par euphémisme, on a appelé l'unité morale de la nation. Mais si sur les questions politiques ou religieuses l'État se montre encore un peu intransigeant (bien à tort à mon avis, car l'influence des professeurs ne pourra compenser celle de la famille), sur toutes les autres questions il accepterait volontiers d'écouter les familles, à la condition pourtant que son budget n'ait pas trop à en souffrir.

En somme, nous trouvons en présence, d'une part, l'État qui ne demande pas mieux que de fournir l'enseignement qu'on lui demande et qui, pour cela, a besoin de savoir ce qu'on désire et, d'autre part, les familles qui savent ce dont elles ont besoin, mais qui n'ont pas de moyen pratique de le faire savoir à l'État. Ce moyen il serait indispensable de le trouver, d'autant plus que l'État, n'étant plus excité par la concurrence, fera volontiers la sourde oreille, car effectuer une réforme demande toujours un certain effort.

Évidemment, actuellement on peut agir sur l'État par des articles de journaux. Mais l'auteur de l'article ne parle guère que pour lui et l'on ne

peut savoir s'il a entraîné l'adhésion d'un grand nombre de parents. Une interpellation à la Chambre ou au Sénat a le même inconvénient. Le Conseil supérieur de l'Instruction publique a certainement une plus grande influence. Mais il représente une sélection, toutes les professions n'y sont pas représentées et d'autre part ses décisions ont forcément un caractère de généralité qui leur ôte toute rapidité et toute souplesse. Si des parents demandent des cours de littérature du moyen âge par exemple, comme le Conseil supérieur ne peut effectuer qu'une réforme applicable à toute la France, il faudra qu'il se livre à une enquête pour savoir si elle peut être entreprise. et comme vraisemblablement cette innovation ne sera pas réclamée partout, le Conseil supérieur ne l'accordera nulle part.

La Ligue d'hygiène scolaire fondée par le docteur Mathieu a, sur le Conseil supérieur un certain nombre d'avantages. Elle est ouverte à toutes les compétences, et jouit d'une plus grande indépendance, ce qui lui permet des initiatives plus hardies. Mais elle est un peu restreinte dans son objet. Je sais bien qu'il ne faut pas prendre son titre trop à la lettre et que dans l'hygiène scolaire elle fait rentrer beaucoup de questions de programmes ou de pédagogie. Mais elle ne peut les aborder toutes. D'autre part son action est trop centralisatrice. Si elle étudie une réforme, c'est encore une réforme générale applicable à toute la France.

Ce qu'il faut, en effet, pour obtenir des résultats pratiques, c'est une action locale. Telle réforme peut être bonne pour Perpignan et mauvaise pour Lille, les besoins de Brest ne sont pas ceux de Grenoble. Une décentralisation est nécessaire. L'État, d'ailleurs, l'a reconnu et il a accordé aux lycées une certaine autonomie. C'est là une excellente réforme et grosse de conséquences très importantes. Sans doute, pour le moment, elle crée certaines difficultés que je n'ignore pas, mais qui je l'espère s'atténueront. Tout changement amène forcément une rupture de l'équilibre existant, il faut attendre que les intérêts déplacés aient repris leur nouvelle position de stabilité. En tout cas, cette autonomie des lycées, cette tentative de décentralisation a pour corollaire nécessaire la constitution, autour de chaque lycée, d'un Conseil local, analogue au Conseil supérieur auprès du ministre. Si un lycée veut profiter de son autonomie pour donner aux familles d'une région les types d'enseignement qu'elles désirent, il faut qu'il soit instruit de ces désirs.

Dans l'esprit du Gouvernement, ce rôle est rempli par le Conseil d'administration du lycée. Mais ce Conseil comprend peu de parents d'élèves et ceux-ci sont choisis par le proviseur et non nommés par les pères de famille. Ils ne les représentent pas à proprement parler et ne sont pas autorisés à parler en leur nom. Pour avoir une décentralisation véritable il faut des organismes plus indépendants pouvant exprimer librement leurs opinions.

On me dira que ces organismes existent déjà et qu'ils sont tout trouvés : ce sont les Associations d'anciens élèves. Je reconnais tout ce que ces associations ont déjà fait pour donner aux familles une part d'influence dans la direction de l'enseignement. Ce sont elles, en somme, qui en obtenant d'être représentées dans les Conseils d'administration des lycées ont fait reconnaitre ce que j'ai appelé le Droit des Pères. Car ces anciens élèves n'avaient intérêt à entrer dans ces Conseils, que parce qu'ils étaient devenus pères d'élèves. Mais ces Associations, dont le rôle peut encore être très grand et très utile, ne représentent dans un lycée qu'une partie des familles et par contre, comprennent des membres qui ne sont pas parents d'élèves. Elles ne peuvent donc valablement parler au nom des pères de familles.

Il faut donc, à mon avis, compléter le mouvement qu'elles ont amorcé et constituer nettement des Associations de parents d'élèves. Celles-ci en effet, ouvertes à tous les pères de lycéens, peuvent organiser une véritable consultation des familles et exprimer leurs vœux avec autorité. Leur action peut avoir une force d'autant plus grande qu'elle est plus locale et plus précise.

Si, comme à Reims, par exemple, on juge utile d'organiser un enseignement de la viticulture, une Association comme celle qu'a créée M. Palette, proviseur, donne les plus grandes facilités. Elle permet de consulter les parents, de savoir combien d'élèves suivraient les cours projetés, et de combiner l'enseignement de façon à répondre aux besoins. De plus, utilisant le patriotisme local, force trop négligée chez nous, elle permet d'obtenir des dons, des subventions, ou, sous une forme quelconque, des concours désintéressés.

Je sais bien qu'à Reims, l'*Association de la Famille et du Lycée* est une association mixte comprenant non seulement des parents d'élèves, mais aussi des professeurs et des anciens élèves. Peu importe, les parents en somme y sont représentés, et son exemple montre ce que l'on pourrait obtenir avec des Associations analogues.

On a fait aux Associations de parents d'élèves des objections variées. On a dit que les parents n'entendaient rien aux questions d'instruction et qu'ils n'avaient qu'à se laisser conduire par l'Université, seule compétente. Une semblable abdication n'est plus dans les mœurs modernes. Autant demander au pays de revenir à la monarchie absolue. On a dit que ces Associations de parents rendraient le vie intenable aux proviseurs et aux professeurs. Cela me paraît fort exagéré. Sans doute, dans les premiers temps il pourra se produire quelques froissements dus à l'impatience des uns, aux appréhensions des autres; mais les frottements ont cela de bon qu'ils arrondissent les angles et tout finira par s'arranger. Nous sommes tous de même race, nous sommes tous les citoyens libres et égaux d'un

même pays, nous n'avons tous qu'un même but, l'instruction de nos enfants; nous ne pouvons manquer de nous entendre.

Ces objections donc ne m'arrêtent pas. Il en est une qui paraît actuellement plus grave. Le Gouvernement craint que ces associations ne deviennent le rendez-vous de ses adversaires politiques. Ne sont-ce pas là des craintes chimériques?

Si, malgré leurs statuts, les Associations de parents d'élèves s'occupaient de questions politiques ou religieuses, l'État est suffisamment armé pour se défendre. D'ailleurs, ce serait de leur part une faute de tactique bien improbable. Le seul moyen qu'elles aient d'obtenir quelque chose c'est de ne pas se montrer hostiles au Gouvernement. Elles ont, en revanche, un champ assez vaste ouvert à leur activité pour n'avoir pas besoin de faire des incursions sur des terrains dangereux. Elles y trouveraient la mort. En effet les discussions politiques ou religieuses amèneraient, forcément, des scissions. Or, si une Association unique et bien unie peut avoir une certaine puissance, deux associations rivales s'annulant l'une l'autre n'auront aucune autorité. Je serais même assez d'avis que, pour parer à ce danger des scissions, les Associations de parents d'élèves adoptent pour leurs élections le système de la Représentation proportionnelle.

En somme, je ne vois pas trop ce que le Gouvernement peut craindre de la création des Associations de parents d'élèves.

Ce sont les considérations qu'ont fait valoir récemment les délégués des Associations de Paris (Carnot), de Marseille et de Philippeville reçus en audience par le ministre de l'Instruction publique. Nous étions allés rappeler, à M. Doumergue, la promesse déjà faite l'année dernière par son prédécesseur M. Briand de faire entrer des membres des Associations de parents d'élèves dans les Conseils d'administration des lycées. Nous faisions valoir que puisque la loi interdit de recevoir aucun membre élu dans ces Conseils, et que ce sont les proviseurs qui dressent les listes de présentation, on était bien sûr qu'ils ne porteraient pas leur choix sur des adversaires du Gouvernement et qu'en tout cas ces parents seraient en nombre si faible que, même hostiles à l'Université, ils y seraient impuissants. Les craintes exprimées à cet égard nous paraissaient bien peu légitimes. Le ministre nous a assurés, d'ailleurs, qu'il ne perdrait pas de vue le vœu dont nous nous étions faits les interprètes.

En somme, les Associations de parents d'élèves sont la conséquence d'un mouvement général d'émancipation caractérisé par les lois sur les syndicats d'abord et sur les associations ensuite. L'État concède aux individus le droit de régler eux-mêmes leurs intérêts. Évidemment, avec notre antique mentalité centralisatrice, il a quelque tendance à reprendre d'une main ce qu'il accorde de l'autre et se relâche difficilement de sa tutelle, semblable en cela à ces parents autoritaires qui veulent encore régenter

leurs fils majeurs. Mais, les lois sur la liberté d'association existant transformeront les mœurs. Les individus sauront de mieux en mieux exercer leurs nouvelles libertés et l'État, s'habituant à les voir agir par eux-mêmes, cessera de s'inquiéter de leurs initiatives. Des Associations de parents d'élèves commencent à se constituer et comme elles répondent à un besoin réel, elles se multiplieront sans nul doute et cela pour le plus grand profit de l'Université. Toujours en éveil, intéressées directement à obtenir rapidement les transformations qui leur sembleront utiles, elles remplaceront auprès de l'État, l'aiguillon absent de la concurrence et seront de perpétuels agents de progrès.

M. André PETIT

Vétérinaire, Conseiller municipal (Suresnes) (Seine).

L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE DES DEVOIRS DE PROTECTION ET D'ASSISTANCE ENVERS LES ANIMAUX

— 4 août —

Après le pain, a dit un célèbre et magnifique révolutionnaire, l'éducation est le premier besoin du peuple ; nous ajouterons que le premier devoir d'une société qui veut vivre, grandir et s'améliorer est de surveiller l'éducation des jeunes.

Jusqu'à aujourd'hui et aujourd'hui encore, l'éducation donnée dans nos écoles est restée fort incomplète; c'est surtout pour la raison qu'on ne visait qu'au développement intellectuel. Depuis quelques années, une réaction s'est produite contre la répulsion qu'éprouvait le corps enseignant pour les sports et la gymnastique et l'on a joint au développement intellectuel la culture physique.

Mais ce n'est pas tout que d'être intelligent et fort, il faut pour être un homme parfait ajouter à ces deux qualités ce que l'on appelait autrefois la noblesse de l'âme qui distinguait du vulgaire le véritable gentilhomme et qui résulte de la partie la plus utile de l'éducation et, par contre, de la plus négligée : celle qui a pour but le développement du sens moral et des sentiments élevés.

Instruire nos enfants, c'est fort bien; en faire des hommes énergiques et doux, civilisés, sociables, c'est encore mieux.

Mon ami, confrère et collègue, M. Grollet, vous parlera, tout à l'heure, de la grande utilité, de la nécessité qui s'impose de protéger et d'assister les animaux et donnera, sur ce point, la note pratique. La nature de mon esprit me porte à rester dans la note philosophique et purement naturaliste et si, appelé à parler des animaux je m'étends un peu sur l'homme, c'est

pour le descendre du piédestal où nous l'avons placé sans vouloir pourtant accepter à la lettre cette boutade d'un de nos grands poëtes :

De Paris au Pérou, du Japon jusqu'à Rome,
Le plus sot animal, à mon avis, c'est l'homme.

Mais si l'homme n'est pas le plus sot des animaux, c'est, du moins, le plus redoutable, le plus terrible, le plus féroce : il n'y en a pas qui cherche avec autant de passion à dominer, à asservir son propre semblable. Et c'est surtout contre cette férocité que nous voulons le mettre en garde, c'est contre son esprit de vandalisme, lequel est surtout, ainsi que l'observait hier M. Bérillon, particulier aux enfants et, j'ajouterai, aux sauvages, c'est-à-dire aux hommes mal éduqués, ne connaissant aucune règle civilisatrice.

A quelques milliers d'années en arrière, les animaux furent considérés comme des égaux ; on croyait qu'après la mort les âmes changeaient de corps et même d'espèces.

De la métempsycose à la déification de certains animaux, il n'y avait qu'un pas et l'homme se mit à adorer les espèces qui lui paraissaient les plus redoutables ou les plus utiles dans le monde animal et même dans le monde végétal.

Nous ne croyons plus à la métempsycose qui n'était, en somme, qu'une idée analogue à celle du transformisme à une époque où la pensée humaine était toute intuitive et non analytique, comme elle l'est devenue. Nous regardons aujourd'hui l'âme humaine (du moins c'est notre avis personnel) comme la résultante des forces organiques à qui elle survit en se transmettant, comme la pensée ; elle est fonction de l'espèce plutôt que de l'individu ; elle est éminmement perfectible, sans qu'elle puisse jamais atteindre la perfection, pas plus que l'esprit de l'homme ne peut concevoir l'infini ; elle n'est pas plus immortelle que l'espèce dont elle est fonction.

Partisan du transformisme et de la parenté plus ou moins éloignée de tous les êtres vivants, nous nous plaisons à regarder les animaux comme des frères inférieurs qui forment avec l'humanité une échelle presqu'indiscontinue, car il y a une différence fort minime entre certains humains et certains animaux, juste ce qu'il faut pour caractériser l'espèce ; les uns et les autres n'ayant, pour diriger leur conduite, que le besoin de satisfaire leur désir n'obéissent, de ce fait, qu'à la loi naturelle.

Ce qui distingue l'homme civilisé de l'animalité, c'est d'avoir le sentiment de la responsabilité de ses actes envers la société et la volonté de n'agir que suivant certaines règles qui constituent le devoir.

Le devoir est toujours conventionnel.

Des civilisations se sont succédé, elles ont toutes sombré par la disparition du sentiment du devoir et par suite, par la dissolution des mœurs qui formaient leur base.

Un grand réformateur de la société a pensé établir une civilisation plus durable, et plus douce que toutes les autres, en étendant à toute notre espèce l'égoïsme de l'individu. Ce n'est pas lui pourtant qui fit naître la charité parmi les hommes, ce sentiment de l'amour du prochain s'était manifesté déjà, mais d'une façon vague : tel maître était bon envers ses esclaves ou ses serviteurs tout simplement parce que cela lui plaisait, ou qu'il le trouvait de bon goût. Cet homme en fit le premier, une obligation morale, un devoir : l'homme, parce qu'il est homme doit aimer l'homme et chercher sans cesse à perfectionner son espèce. Et parce qu'il s'adresse à des simples, il place dans la volonté divine la raison de ce précepte.

Nos modernistes, supprimant toute idée de religion, veulent acquérir par ce moyen la plus grande quantité de bonheur possible pour l'humanité et remplacent l'idée de charité par celle de solidarité; il ne nous appartient pas de démontrer ici la fausseté de leur système, où l'individualité est sacrifiée au profit de la masse : triomphe de la médiocrité.

Nous croyons utile et nécessaire de chercher à étendre cet amour humain, à faire déborder cet altruisme, égoïsme de l'espèce, cette bonté en dehors de nous-même pour qu'elle retombe d'une façon bienfaisante sur les êtres qui ont servi au progrès de notre civilisation, que nous avons subjugués depuis des milliers d'années et dont nous avons fait des esclaves parfaits, dociles, satisfaisant à la fois notre besoin de luxe, de plaisir, de domination ; des aides pour les plus durs travaux, dévoués jusqu'a la mort ; des réserves d'alimentation.

Nous voulons épargner à ces esclaves de l'humanité toute souffrance inutile. Nous ne croyons pouvoir arriver à notre but que par le redressement de l'esprit humain (Roussel), en faisant comprendre à l'enfant, en lui enseignant qu'il doit aimer les animaux, les protéger de tous mauvais traitements, les assister, ne fût-ce que pour sa propre dignité d'être supérieur.

Et ce faisant, nous ne croyons pas rendre service aux seuls animaux, mais nous espérons élever l'humanité en la rendant meilleure, car on élève l'humanité toutes les fois qu'on la dirige vers la bonté, vers la beauté et vers la vérité.

On a médit de la charité qui avilit, dit-on, celui qui en est l'objet, le protégé ; nous prétendons qu'elle n'est avilissante que pour ceux qui l'exploitent, mais qu'elle ennoblit celui qui la pratique et qui s'élève au rôle de protecteur. Mais si l'orgueil humain a besoin de compensation, il pourrait en trouver de ce fait qu'il est toujours possible de protéger un plus faible que soi et que l'homme le plus dénué de ressources, peut aimer et protèger un chien fidèle.

M. Ch. GROLLET

Vétérinaire, Professeur à l'École de psychologie (Paris).

L'ENSEIGNEMENT DES DEVOIRS DE PROTECTION ET D'ASSISTANCE A L'ÉGARD DES ANIMAUX (1)

— *8 août* —

Les animaux sont l'objet de mauvais traitements multiples et que je n'énumérerai pas ; cela par le fait de l'ignorance, de l'irréflexion de ceux qui les leur infligent.

Les enfants d'abord ne se rendent pas compte que l'animal possède un système nerveux construit sur le même plan que le nôtre, car l'étude du système nerveux dans la série animale conduit, par une gradation insensible du système nerveux à peine différencié des animaux inférieurs, à celui des mammifères et de l'homme si hautement différencié.

Il faudrait donc pénétrer l'enfant qui s'amuse des contorsions, des mouvements réflexes, que ses taquineries déterminent chez des animaux, que ces différents mouvements sont l'expression d'une douleur semblable à celle qu'il redoute tant pour lui-même.

Si les éducateurs : parents, instituteurs, maîtres, en faisaient l'observation aux enfants et revenaient à la charge chaque fois que le cas se présente, cette vérité pénétrerait dans leur esprit, et, s'y étant gravée, modifierait d'une façon définitive leur manière d'être vis-à-vis des animaux.

Qui plus est, je crois fermement que leur manière de se comporter vis-à-vis des humains placés au-dessous ou à côté d'eux s'en trouverait avantageusement modifiée. Ne semble-t-il pas que celui qui a le souci de ne faire aucun mal aux animaux, aura également celui de n'être cause d'aucune souffrance pour ses serviteurs, ses camarades, ses voisins, etc..? Envisagé à ce point de vue, l'enseignement aux enfants de leurs devoirs envers les animaux a donc une haute portée humanitaire et, je le répète, cette mission revient de droit à l'instituteur.

Avec lui doivent la partager tous ceux qui, dans la société, exercent une direction quelconque : parents, patrons, agents de la force publique, etc.

Mais, pour que toutes ces énergies donnent leur plein effet, il faut qu'elles soient employées avec méthode.

D'abord, l'instituteur devrait être éduqué à cet égard, puis chargé à son tour d'éduquer les enfants qui lui sont confiés.

L'État devrait, sinon organiser, du moins favoriser l'enseignement professionnel des gens qui utilisent les chevaux. A l'heure actuelle, tout le

(1) Rapport présenté à la Section.

monde, en France, se croit, sans aucune préparation préalable, apte à soigner les animaux, en général, et à conduire les chevaux.

Le premier venu, du jour au lendemain, se fait cocher ou charretier, et la victime assurée de son inexpérience est le cheval qu'il prend entre ses mains malhabiles.

Les victimes éventuelles étant les autres véhicules, y compris les chevaux qui y sont attelés et les gens qui les occupent.

Jusqu'à ces derniers temps, cet enseignement n'était organisé nulle part. Seules existaient quelques écoles privées (deux ou trois) pour l'instruction professionnelle des cochers de fiacre, écoles qui ne présentaient aucune espèce de garantie, étaient tenues par d'anciens cochers ou d'anciens loueurs enseignant à leurs élèves, à titre onéreux, ce qu'il faut pour être reçu à l'examen que la Ville de Paris fait subir aux candidats cochers de fiacre, lequel examen porte principalement sur la connaissance des rues de Paris, les règlements de police et la conduite d'une voiture; quant à la connaissance du cheval, aux soins à lui donner, à son hygiène, il n'en était question nulle part.

Les cochers de maîtres, autrefois, faisaient leur instruction professionnelle dans les grandes écuries, où, jeunes, ils entraient comme grooms, garçons d'écurie et, au contact de piqueurs généralement bons cochers, sachant donner à leurs chevaux les soins hygiéniques, les harnacher, les conduire, les dresser, etc.; d'autres encore passaient par les écoles de dressage.

A l'heure actuelle, par suite de circonstances diverses : extension de l'automobilisme, diminution du nombre des grandes fortunes, etc., les grandes écuries n'existent presque plus et il ne se forme qu'un nombre extrêmement restreint de bons cochers. La plupart d'entre eux apprennent à conduire auprès de camarades dont ils sont les seconds; leur instruction professionnelle demeure ainsi extrêmement incomplète, presque rudimentaire. Rares actuellement sont les hommes capables de mener un cheval un peu difficile, ayant une bouche délicate demandant du *doigté;* rares même sont ceux qui savent harnacher et surtout emboucher convenablement leur cheval; quant à ceux qui comprennent l'hygiène, la façon de demander au cheval le minimum d'effort pour obtenir le maximum de résultat utile, qui savent ménager et conserver leurs chevaux, ils sont la rarissime exception.

Cette ignorance est la cause principale du véritable martyre imposé aux chevaux de Paris, souffrant : du harnachement mal ajusté, du mors mal placé dans la bouche, des tiraillements effectués sur la bouche avec une telle brutalité que, fréquemment, ils déterminent des meurtrissures de la muqueuse, des contusions et même des fractures des os maxillaires.

Les malheureux chevaux souffrent encore de l'ignorance de ces conduc-

teurs qui ne savent leur choisir ni la route la moins accidentée, ni le sol le moins dur ou le moins glissant, ni le véhicule le mieux adapté à leurs moyens, etc., qui ne savent non plus régler leur allure, leur donner, à propos, la minute de repos nécessaire pour reprendre haleine.

Ils souffrent encore d'une alimentation mal réglée, d'un pansage mal fait, d'une ferrure insuffisamment entretenue, etc.

Pour toutes ces raisons, il faut applaudir aux initiatives privées qui cherchent à combler ces lacunes et notamment à celle de la Société *l'Assistance aux Animaux*, qui, la première, en a eu l'idée, et, par ses seules ressources, a organisé un enseignement complet théorique et pratique.

Dans des locaux lui appartenant, ont lieu, le soir, des cours publics, entièrement gratuits, professés par des vétérinaires donnant des notions d'hippologie, d'anatomie, de physiologie, d'hygiène, etc. ; par des juristes enseignant aux élèves les éléments de droit qui leur sont utiles, la législation et la réglementation en matière de circulation des voitures, etc.

L'instruction professionnelle des cochers sera utile à tous, d'abord aux animaux confiés à leurs soins, ensuite à leurs propriétaires, car il est évident que les chevaux bien soignés feront un meilleur service, dureront plus longtemps ; puis au public, qui pourra circuler avec beaucoup plus de sécurité le jour où tous les cochers et charretiers connaîtront leur métier ; de plus, il lui sera épargné le spectacle lamentable de la misère de beaucoup de chevaux circulant dans nos villes.

L'intérêt pécuniaire de l'homme est donc de bien soigner les animaux qui sont ses collaborateurs ; cependant, il semble l'avoir peu compris, et nombreux sont ceux qui, ne voyant que l'économie du moment, surchargent leur cheval, accélèrent outre mesure son allure, épargnent la dépense nécessaire à son bon entretien, sans se rendre compte qu'ainsi ils usent le capital.

Il faut leur apprendre que ce capital doit être surveillé attentivement et ménagé jalousement.

D'une manière plus générale, la bienveillance envers les animaux est le complément indispensable des aspirations modernes qui doivent être l'amélioration du sort de tous ceux qui souffrent.

L'enseignement à l'enfant de ses devoirs envers les animaux ne pourra que graver plus profondément dans son cerveau ses devoirs envers ses semblables, et il aura, avec les premiers, la satisfaction d'obtenir toujours des résultats tangibles.

L'homme, en effet, peut à son gré ménager les forces des animaux que la domesticité a placés, à l'encontre des humains, dans des conditions telles qu'il leur est impossible de se surmener autrement que par le travail. Pour ces derniers, en effet, on peut avec juste raison chercher à réduire le travail à des proportions minimes, laissant pour le repos un nombre d'heures

assez élevé; mais, malheureusement, l'ouvrier pourra toujours, malgré les bons conseils qui lui seront donnés, consacrer ce temps disponible à des plaisirs variés souvent nuisibles à sa santé, à des satisfactions passionnelles, infiniment plus épuisantes que le travail dont on l'aura allégé. Et à juste raison on a pu dire que, pour beaucoup d'hommes, la réduction des heures de travail est plutôt un mal qu'un bien.

Mais, cet enseignement à l'enfant de ses devoirs envers les animaux doit naturellement être guidé par le bon sens. C'est la sensibilité qu'il faut développer et non une ridicule sensiblerie.

Il convient de ne pas s'apitoyer sur le sort de l'animal qui travaille, non plus que sur celui de l'homme effectuant le labeur quotidien qui doit demeurer la loi générale, car c'est par le travail seul que s'élève, et a une valeur quelconque, tout être vivant. Qui plus est, si le travail n'est pas toujours la condition suffisante du bonheur, il en est toujours, et sans aucune exception, la condition nécessaire.

Aussi, verrions-nous avec plaisir rapporter le règlement suranné qui, en France, interdit le travail du chien. Un chien bien harnaché, attelé à un véhicule proportionné à ses forces, n'en souffrirait nullement et serait un auxiliaire précieux pour les petits artisans.

CONCLUSIONS

1° L'instituteur devant être à la base de cet enseignement à l'homme de ses devoirs envers les animaux, son éducation en ce sens devrait d'abord être faite et, à cet effet, pourraient être utilisées la compétence et la bonne volonté du vétérinaire qui, dans chaque département, est placé à la tête du service sanitaire.

Ce vétérinaire pourrait faire dans les écoles normales d'instituteurs, chaque année, un certain nombre de conférences.

Le programme de ces conférences devrait même être élargi et comporter les notions d'hygiène, les principaux règlements sanitaires en matière de maladies contagieuses, quelques notions d'agriculture et surtout d'hygiène alimentaire. Il faudrait apprendre à l'instituteur l'importance d'un bon lait et d'une viande saine, et aussi les dangers de ces produits altérés.

L'instituteur, ensuite, deviendrait le trait d'union entre l'homme de science et l'homme du peuple.

Des conférences semblables pourraient, avec avantages et sans inconvénients, être faites aux agents de la force publique : sergents de ville, gardes champêtres.

2° Point d'une importance immédiate. Les règlements relatifs à la circulation des voitures doivent être remaniés prochainement en raison de l'accroissement considérable du nombre des véhicules de toutes sortes et des conditions nouvelles créées par l'automobilisme.

Déjà, à Paris, une commission a été nommée pour élaborer de nouveaux règlements. Il faut que ceux qui, par leurs études, leurs travaux antérieurs, leur métier, sont au courant de l'utilisation du cheval, fassent entendre leur voix dans cette commission et mettent en lumière l'importance des points suivants :

1° Avantages d'avoir dans les villes un pavage aussi uniforme que possible — une des causes de la fréquence des glissades étant la diversité des pavages. Ces glissades répétées obligent le cheval à une série considérable d'efforts violents pour rétablir son équilibre, d'où fatigue hâtive, lésions des appareils ligamenteux articulaires, etc. ;

2° Réduction à son minimum, compatible avec l'écoulement des eaux, du bombement des chaussées, autre cause importante de glissades et de fatigue des articulations, — cause également d'un ralentissement considérable de la circulation des voitures sur les voies fréquentées, les chevaux, instinctivement, cherchant toujours à marcher sur le milieu des chaussées pour éviter la déclivité du côté droit qu'ils devraient toujours occuper, laissant ainsi le milieu libre pour la file des voitures venant en sens inverse et pour les véhicules à marche plus rapide qui veulent les doubler ;

3° Application stricte des règlements sur la surcharge. Dans un but d'économie mal comprise et qui les mène généralement à la ruine par l'usure hâtive de leur cavalerie, les voituriers, à Paris, chargent d'une façon excessive (jusqu'à 3.000 kilogrammes et plus pour un seul cheval), d'où arrêts et encombrements à toutes les côtes. On objecterait vainement la liberté individuelle, car celle-ci ne doit pas être une entrave à la liberté d'autrui qui, pour tout véhicule, consiste à pouvoir circuler paisiblement sans être arrêté à chaque instant par une voiture restant en panne des quarts d'heure entiers parce qu'il a plu, à son propriétaire de charger le malheureux cheval au-dessus de ses forces.

En pareille circonstance, un agent de police devrait intervenir et verbaliser.

Rapidement, les transporteurs se corrigeraient, pour le plus grand profit du public, de leurs chevaux et de leur propre bourse, car l'économie qu'ils réalisent en ajoutant quelques centaines de kilogrammes à la charge normale de leurs chevaux est compensée dix fois par l'usure prématurée qui en résulte.

L'observation démontre nettement que les seuls transporteurs qui gagnent de l'argent sont ceux qui ne surmènent pas leur cavalerie ;

4° Application de la loi Grammont, par les agents de police, aux propriétaires de chevaux boiteux ou blessés travaillant sur la voie publique.

Toute cette réglementation est d'autant plus réalisable qu'elle l'est depuis longtemps en d'autres pays, notamment en Angleterre, où l'on ne voit ni chevaux surchargés ni chevaux boiteux ; à Berlin, où, paraît-il, le

sol des chaussées est généralement en asphalte, matière extrêmement glissante, mais à laquelle les chevaux se sont habitués ;

5° Il faudrait exiger de tous ceux qui, à un titre quelconque, mènent des chevaux, le permis de conduire qui, actuellement, n'est demandé qu'aux cochers de voitures publiques.

Tous ces règlements étant édictés, les agents de police, dans les villes, pourraient, ainsi que le font, à Londres, *les policeman*, veiller à leur exécution ; rapidement l'éducation des intéressés se ferait, rarement des sanctions pénales auraient à être appliquées et l'homme aurait ainsi accompli ses devoirs de protection envers le cheval, cet auxiliaire si précieux, tout en augmentant le bénéfice qu'il en retire.

M^lle^ Lucie BÉRILLON

Professeur de Lettres au Lycée Molière (Paris).

L'ÉDUCATION ATTRAYANTE

— 4 août —

De tout temps, deux doctrines pédagogiques se sont partagé les maîtres de l'enseignement. L'une, *pessimiste*, procède de la conception chrétienne et morale qui voit surtout dans nos instincts la perversion et le penchant au mal. Elle est, naturellement, en défiance des mouvements de curiosité qu'elle refrène par le ton d'autorité du maître et par un enseignement dogmatique. Cette doctrine, qui prétend modeler l'enfant sur un type abstrait, fut chère au moyen-âge et au XVII^e^ siècle.

L'autre, au contraire, croit à l'excellence de la nature humaine et à sa perfectibilité indéfinie. Elle va au-devant des curiosités de l'esprit, et conçoit l'éducation comme une sorte de collaboration du maître et de l'élève. C'est là proprement l'idée première de l'éducation attrayante. Elle emploie la méthode *d'observation* qui fut celle de l'antiquité classique (Socrate), retrouvée par la Renaissance, et qui a définitivement conquis les philosophes du XVIII^e^ siècle, et la plupart des pédagogues de notre temps.

Définition. — L'éducation attrayante est celle qui, faisant appel à l'observation directe, substitue le plus possible au dogmatisme abstrait et au formalisme scolastique, des notions concrètes, vivantes et accessibles à l'intelligence de l'enfant, sans surcharger son cerveau.

Elle lui présente des objets et des images, se sert d'exemples empruntés à la vie familière, et l'amène à en trouver.

L'éducation attrayante s'appuie sur les considérations suivantes :

1° En tout art et en toute science, les éléments ont quelque chose de sec et de rebutant, c'est pour cela qu'il faut en adoucir l'amertume par tout ce qu'on y peut mettre d'agrément (Rollin) ;

2° L'esprit est plus disposé à s'intéresser à ce qui lui est présenté d'une manière agréable, et plus apte à le retenir ;

3° La gaîté, la bonne humeur sont des facteurs essentiels de la sociabilité et jouent un rôle important dans la formation du caractère.

Historique. — Au XVIe siècle, Rabelais et Montaigne reviennent à la nature, mais l'éducation qu'ils conçoivent est individuelle et aristocratique.

Au XVIIe siècle, avec les jésuites reparaît le dogmatisme du moyen-âge, et leurs procédés ont une influence qui dure encore sur l'esprit latin.

Au XVIIIe siècle, le bon Rollin et Rousseau sont partisans de l'éducation attrayante, mais elle rencontre comme adversaire Mme de Staël.

Au XIXe siècle, la doctrine optimiste semble triompher avec Trœbel, Pestalozzi « le pédagogue de l'intuition », Herbert Spencer, Ruskin, Anatole France, etc. Nous croyons avec ce dernier que « l'art d'enseigner n'est que l'art d'éveiller la curiosité des jeunes esprits pour la satisfaire ensuite. Et la curiosité n'est vive et saine que dans les esprits *heureux* ».

Rôle du maître.— Le rôle du maître est considérable, et sa personnalité a une grande influence. De nombreuses qualités sont requises : non seulement un savoir étendu et renouvelé, mais la patience, le tact, le don de soi, la sympathie et la confiance surtout pour capter l'attention de l'élève, qui est affective, et obtenir sa collaboration, ajoutons la gaîté, l'ingéniosité et la vie, sans laquelle une leçon, même concrète, resterait sans attrait.

Les élèves. — Les élèves ont des caractères et des tempéraments très différents : les uns vifs, spontanés ; les autres lents, apathiques, ce qui oblige à varier les procédés d'enseignement. D'autre part, ils présentent des types divers : les uns sont surtout visuels, les autres *auditifs*, *moteurs* ou *graphiques*. Il faut étudier chacun pour l'aiguiller dans le sens qui lui convient, en exerçant cependant toutes les facultés.

On confond souvent à tort l'éducation attrayante avec l'éducation purement *amusante*, dont les procédés sont puérils, et qui recourt à des « divertissements accessoires » (1), tandis que la première cherche l'intérêt « dans la séduction que renferme la science ». Mme de Staël dit que : « L'éducation faite en s'amusant disperse la pensée » et veut que « l'enfant s'accoutume aux efforts de l'étude ». Mais l'attrait n'exclut pas l'effort, et même dans les jeux l'enfant ne recherche-t-il pas ceux qui lui demandent le plus de peine? D'ailleurs le mot amuser ne doit pas toujours être pris dans un mauvais sens : je rencontrai dernièrement une de mes petite amies, qui se rendait au lycée. Voyant sa mine joyeuse, je lui demandai pourquoi elle était si contente d'aller à l'école. Elle me répondit :

(1) On connaît l'ancienne méthode qui consistait à mettre en mauvais vers la géographie, l'histoire et même l'arithmétique.

— Parce qu'on s'amuse !
— Oui, aux récréations, mais en classe ?
— En classe aussi, on s'amuse *à apprendre !*

L'éducation attrayante emploie des procédés divers suivant les matières d'enseignement. Ils sont bien connus, mais la tradition et la routine empêchent souvent encore leur application, surtout dans les pays latins.

Son principe général est l'*observation*.

Pour les *sciences naturelles*, l'observation directe s'impose :

Il faut montrer *la chose avant le mot*, le réel et le fait avant d'enseigner la règle. Ainsi on préparera les enfants à la vie réelle (1).

Les *mathématiques* sont considérées aujourd'hui, à juste titre comme des sciences expérimentales, et M. Laisant, dans l'*Initiation mathématique* (2) indique les notions concrètes, les procédés ingénieux et scientifiques qui récréent l'enfant en l'instruisant.

La *physique* et la *chimie* ne se conçoivent plus sans expériences, même et surtout dans les classes du premier cycle.

Les *langues vivantes* appliquent la méthode directe.

L'enseignement de la *littérature* est un des plus attrayants. Elle vit d'observation et d'imagination et se propose « d'instruire et plaire ». Le *français* s'apprend par l'étude des textes, substituée à la règle abstraite. La composition française devient un exercice capital. Les devoirs sont préparés en classe avec la collaboration du maître, qui guide les élèves dans la recherche des idées, tout en facilitant l'essor de leur personnalité.

La *morale* se place à côté de la littérature. La science de la vie n'apparaît plus réduite à des formules abstraites et sèches. « Les exemples vivants sont d'un autre pouvoir. » La valeur de la morale est donc dans la force communicative qui se dégage de ses exemples, et le procédé catéchétique est partout condamné. Suivant le mot de Nicole : « La vérité seule n'est pas suffisante, il faut la faire agréer. » Et M. Buisson dit : Vous n'enseignerez pas une morale, si vous ne la faites pas aimer.

L'*histoire* doit être « une résurrection », grâce aux lectures pittoresques, et aux gravures. De même la *géographie* s'enseigne par les cartes, les images, les récits de voyages.

Les *arts d'agrément* ont nécessairement leur place dans l'éducation attrayante : le dessin, la couture, les travaux manuels, et leurs applications pratiques intéressent les enfants.

La gymnastique et les jeux ne sont pas oubliés. On les néglige encore trop en France ; ils sont mieux compris en Angleterre.

Le *chant* a aussi une grande valeur éducative.

Matériel scolaire. — L'éducation devient attrayante par le fait qu'elle

(1) Eugène CAUSTIER : *Conférence sur l'enseignement des Sciences naturelles.*
(2) A. LAISANT : L'*Initiation mathématique*, conférence faite à l'École de Psychologie.

devient logique et documentaire. Elle exige un *matériel scolaire* à demeure. De plus, chaque maître recueille des documents pour illustrer ses leçons : gravures, objets exotiques, etc.

Dans « la Maternelle » de L. Frapié, nous trouvons le type d'une leçon attrayante adaptée à la classe enfantine. Avec une branche de lilas, la maitresse donne aux petits élèves des notions de botanique élémentaire, de dessin, et leur enseigne un travail manuel, qui se présente sous la forme d'un jeu.

Le modèle des leçons attrayantes adaptées à des élèves plus âgés est dans « *La classe de français* », ouvrage récemment publié par M. J. Bezard (1). C'est le journal du professeur, qui nous fait assister à sa classe animée, où les élèves collaborent avec le maitre pour la préparation des devoirs. Il faudrait généraliser l'emploi des projections (avenir du cinématographe). Les récompenses collectives : visites aux Musées, excursions etc.

Milieu attrayant.— Le milieu attrayant contribue à l'agrément de l'éducation. Victor Hugo a décrit l'ancien collège qui :

> Offrait au jeune enfant,
> Ses bancs de chêne noirs, ses longs dortoirs moroses,
> Les salles qu'on verrouille et qu'à tous les piliers
> Sculpte avec un vieux clou l'ennui des écoliers.

De grandes améliorations ont été réalisées. Mais nous sommes encore loin de l'école maternelle, rêvée par Mme Kergomard, avec « une vaste pelouse, un espace sablé, un terrain approprié aux jeux de plein air, des salles claires et spacieuses, meublées de bancs de repos et d'un instrument de musique, qui accompagne les danses et les chants des enfants ». Et nous avons entendu M. Bienvenu-Martin regretter de n'avoir pu, pendant son passage au ministère, rendre l'école des petits vraiment « maternelle ».

Déjà l'*art* s'introduit *à l'école*, et on orne les classes de fleurs et de gravures. La conception de J.-J. Rousseau, l'école dans la nature, a été reprise et appliquée dans les *Écoles de plein air et en forêt*. L'hygiène du corps et de l'esprit y trouve son compte. Mais ces établissements sont réservés jusqu'ici aux débiles et aux arriérés. Il semble qu'à cet égard l'éducation des enfants normaux ait bientôt beaucoup à envier à celle des anormaux.

On a voulu rendre l'éducation attrayante responsable de la *peur de l'effort* qui caractérise la génération actuelle. Elle provoque, au contraire, l'élan spontané, joyeux, qui conduit à l'effort volontaire. L'étude ne s'obtient que par la volonté, et la volonté ne se gagne que par la persuasion, l'attrait du plaisir, d'après Quintilien.

Chez les Japonais, l'éducation est joyeuse et virile. On dirait que l'unique souci des parents est de :

Laisser à leur heureuse descendance une impression agréable de leur enfance,

(1) *La classe de français en troisième,* par M. J. Bezard, professeur de première au Lycée Hoche. — Chez Vuibert et Nony.

capable d'adoucir pour eux les peines et les ennuis inévitables de la vie (Vay de Vaya).

Ce qui ne les empêche pas de développer la volonté et le courage, — une guerre récente, qui leur a assuré le respect du monde l'a prouvé.

On nous dit aussi qu'il faut faire travailler beaucoup les enfants pour les entraîner à l'effort, qui sera la loi de la vie.

Or, aux États-Unis, le temps où l'on travaille le moins est celui du collège. Les Américains ont-ils pour cela moins d'initiative et d'énergie? Au contraire, nos enfants surmenés dès le lycée restent souvent mous et apathiques. Les élèves reçus les premiers à l'École Polytechnique deviennent rarement des inventeurs : l'excès des concours surmène la mémoire et interdit les travaux personnels.

L'éducation bien entendue cherche le développement harmonieux des facultés de l'enfant « tout en tenant compte des aptitudes individuelles », crée l'habitude de l'attention volontaire et de la discipline librement consentie, et apprend à « travailler avec joie ». Si on évite l'abus de la multiplicité des maîtres et la multiplicité des cours qui, même attrayants, le surmènent et le découragent :

On l'amène à l'activité quotidienne nécessaire à son équilibre et à son bonheur (Ruskin).

Le grand mérite de l'éducation attrayante, c'est d'exercer l'enfant à *l'observation* personnelle :

Sans laquelle l'homme le mieux doué, dans notre milieu social, ne sera jamais qu'un homme médiocre (E. Caustier).

C'est la meilleure préparation à la vie. L'élève, guidé, non contraint, aura le plaisir de la découverte obtenue par son propre effort :

Il n'est pas de jouissance plus grande que l'intelligence des choses (Lavisse).

Même les plus faibles y trouveront de l'intérêt, car toute notion qui illumine le cerveau de l'enfant, lui apporte une joie.

En résumé, l'éducation attrayante est créatrice de force et de bonheur, et elle répond à l'idée de Ruskin :

Tout art, science et littérature sont vains qui n'ajoutent pas à notre énergie et à notre joie.

Le maître, en intéressant l'enfant à tout ce qu'il doit faire, en joignant l'utile à l'agréable, lui fera comprendre et *aimer la vie*. Il conservera de ses années d'études un souvenir réconfortant, au lieu d'emporter du collège l'impression de terreur ou d'ennui qu'on garde au sortir de certaines écoles, même ailleurs qu'en Allemagne.

Mlle BERTHET

Professeur à l'École Normale de jeunes filles (Nevers).

LA COLLABORATION DE LA FAMILLE ET DE L'ÉCOLE DANS L'ÉDUCATION

— 4 août —

I. — État actuel. — Conflit. — Discordance. Incohérence. — Exemples.

Nous assistons, de nos jours, à une véritable dissolution de la famille, cette unité jusqu'à présent si forte en France; sans vouloir en rechercher les causes profondes et les conséquences lointaines, nous pouvons en constater les effets immédiats, déplorables, et chercher à y remédier dans la mesure où cela nous sera possible.

Les parents se plaignent que l'éducation laisse de plus en plus à désirer; les enfants n'ont plus le respect des parents, n'obéissent plus, ne font que ce qu'ils veulent, raisonnent et déraisonnent sur tout; souvent les parents s'en prennent à l'instruction hâtive, ou surmenage, aux mauvaises fréquentations à l'école, au peu de valeur éducative de l'enseignement.

D'autre part, les instituteurs, qui remarquent et déplorent les mêmes tendances, prétendent que les parents ne les secondent en aucune façon: ils n'élèvent plus leurs enfants, ou les élèvent à contre-sens, ils les gâtent, les poussent maladroitement, si bien que mieux vaut encore ceux qui ne s'en occupent pas du tout.

Il est certain que l'école ne peut tout : la surcharge des programmes, le grand nombre d'enfants à surveiller, venant de milieux fort différents, empêchent le maître ou l'institutrice de s'occuper de chacun d'eux, comme ils le voudraient et surtout de parfaire cette éducation extérieure, politesse de ton et de manières auxquelles certains parents tiennent particulièrement; l'éducation, comme l'instruction, restera dans ces écoles une moyenne, et le fond sera meilleur que l'apparence. Même dans les meilleures conditions, l'instituteur ne peut redresser tous les caractères si, en dehors des six heures de classe, l'enfant reçoit une éducation contraire à celle qu'il reçoit à l'école.

Il y a des parents qui se débarrassent complètement du soin de leurs enfants; très riches, ils les confient aux nourrices d'abord, puis aux domestiques, les envoient dans les internats, afin de vaquer librement à leurs affaires ou à leurs plaisirs; très pauvres, travaillant tout le jour, ils mettent l'enfant à la rue en partant et ne s'inquiètent pas de ce qu'il a pu faire dans le jour ; en dehors des heures de classe, l'enfant est livré aux domestiques ou à la rue: l'on sait ce que vaut cette éducation.

D'autres parents s'occupent de leurs enfants, mais maladroitement : les uns soutiennent l'enfant contre le maître; d'autres, pour soutenir le maître aggravent une punition et dépassent la mesure; les actes répréhensibles ne sont pas jugés d'égale importance par le maître et les parents : une enfant, vole les goûters de ses camarades dans leurs paniers et ment effrontément; l'institutrice punit, la mère rit; quelques jours après l'enfant, tache son tablier, la mère la gronde et la frappe. Même incohérence dans les mobiles; l'institutrice cherche à faire agir l'enfant par les mobiles les plus purs qui soient à sa portée: faire plaisir aux parents, être bien élevé, ressembler à quelque enfant proposé en modèle d'après un récit; les parents ont toujours à offrir quelque récompense sous forme de chatterie quelconque; ils s'élèvent à la peur de l'opinion, à l'intérêt personnel, ils vont rarement au delà. L'enfant tiraillé, de tous côtés, perd la notion du juste et de l'injuste, reconnaît en tout commandement le caprice des grandes personnes, il perd le respect, n'obéit plus et se fait à lui une sorte de morale qui est basée au fond sur l'intérêt présent et apparent, le seul que l'enfant comprenne, il se laisse guider par sa passion du moment, paresse, gourmandise, amour du jeu.

Certains parents enseignent le mal à leurs enfants, parfois à leur insu, n'étant pas très scrupuleux eux-mêmes et admettant de petites indélicatesses, parlant de tout devant l'enfant, commentant les faits divers de journaux etc.; d'autres, pires, montrent l'exemple du vice et entraînent leurs enfants; ici, une question bien délicate se pose ; la mère qui vit de sa mauvaise conduite doit-elle garder son enfant, qu'elle aime d'ailleurs; pour la femme, ce dernier bon instinct est peut-être le gage du relèvement; pour l'enfant, c'est probablement l'immoralité future; pour l'école, ces enfants sont de vrais foyers de contagion.

II. — Ce qui serait a souhaiter.

Peut-être un système de suspension des droits pouvant aboutir à la déchéance des parents servirait chez certaines natures. En aucun cas, les parents ne devraient pouvoir compter sur le gain de l'enfant, honnête ou non, avant sa majorité, à moins d'infirmités, et, dans ce cas, le travail de l'enfant approuvé et contrôlé par les autorités compétentes; les parents qui auraient poussé leurs enfants au mal, déchus de leurs droits; et ceux qui leur montrent le mauvais exemple, suspendus de ces droits jusqu'à complet amendement: ainsi les alcooliques invétérés, ceux qui ont une mauvaise conduite notoire, ceux qui ne s'occupent pas de leurs enfants et les abandonnent. Il est inadmissible qu'un enfant abandonné par son père, obligé de faire sa vie, de gagner celle de sa mère qui a été seule à l'élever, se voie tenu de payer une pension au père qui lui revient avec une santé qu'il a volontairement altérée, juste au moment où son fils n'a plus besoin de

lui. Il faudrait que les parents fussent bien persuadés qu'ils n'ont pas des droits sur leurs enfants d'une façon absolue, mais en raison des devoirs qu'ils ont envers eux : avant tout, ils leur doivent la vie, c'est-à-dire la nourriture, tant qu'ils ne peuvent la gagner eux-mêmes, et les moyens d'arriver à gagner leur vie. Les parents qui se soustraient à ces devoirs doivent être considérés comme ayant perdu leurs droits.

Pour la majorité des parents, il suffirait d'une éducation ; jusqu'à présent, la dernière chose dont on s'occupe dans les écoles est l'art de bien élever les enfants ; récemment, on a introduit et avec combien de ménagements ! les cours de puériculture chez les jeunes filles, il semble que la seule fonction à laquelle ne soient point préparés les jeunes gens, c'est celle pour laquelle ils sont le plus probablement destinés ; aussi chaque famille se gouverne au hasard, et chaque génération repasse par les mêmes hésitations, les mêmes incohérences ; comme il est impossible d'entrer dans des détails sérieux avec des enfants de moins de treize ans, il y aurait peut-être un moyen de commencer dès à présent cette éducation des parents, ce serait de donner aux cours d'adultes un tour nouveau, plus pratique ; rien n'est plus varié que l'enseignement dans ces cours : ici, ce sont de véritables écoles d'arriérés, où l'on apprend à lire, écrire, compter ; là, ce sont des sortes de cours spéciaux, écoles à demi professionnelles : cours de langues, de coupe, de dessin industriel, de sténographie ; ailleurs, ce sont des séances où l'on fait passer la lecture ou la conférence à l'aide de projections ; l'on pourrait très bien y introduire un cours sur l'éducation, avec lectures ; il y a tant de pages excellentes et charmantes sur ce sujet ! on n'aurait que l'embarras du choix ; et, avec libre discussion, causerie où chacun pourrait émettre ses opinions et où l'on pourrait faire des observations intéressantes et découvrir des faits nouveaux, on pourrait provoquer d'une séance à l'autre l'observation des parents sur tel ou tel point du caractère, tel ou tel procédé d'éducation, et les parents s'entraîneraient l'un l'autre, prendraient de plus en plus d'intérêt à ces questions, et éprouveraient, à s'occuper de leurs enfants, un plaisir dont il ne se doutent pas. Sans doute, tous les parents ne le peuvent, et parmi ceux qui peuvent, beaucoup ne viendraient pas, mais un noyau actif se formant, irait sans cesse en s'agrandissant. Il suffit d'entreprendre et de persévérer.

Les parents ne doivent pas se reposer sur les diverses écoles pour l'éducation de leurs enfants ; l'éducation familiale leur revient ; ces rapports à la fois très intimes et très simples entre parents et enfants, entre frères et sœurs, faits de dévouement réciproque, d'aide mutuelle, de profonde affection, de traditions, l'école ne peut qu'en donner une vague idée ; l'école peut mieux apprendre la vie sociale, faire naître cette idée de solidarité qui est très belle, mais qui est loin de la tendresse familiale ; cette idée de l'intérêt personnel lié intimement à l'intérêt de tous, et de la supé-

riorité d'une collectivité sur un ensemble incohérent d'individus isolés; la discipline, la soumission au règlement consenti, c'est-à-dire la loi, un certain esprit de corps, une certaine énergie et une certaine initiative individuelle, voilà ce que peut ordinairement donner l'école; la camaraderie, la bonne camaraderie, l'apprentissage de la vie sociale; le reste, c'est la famille qui doit le donner. Quand l'institutrice s'efforce de faire naître ces sentiments de tendresse, de dévouement pour les siens, elle fait, certes, bien, mais parce que les parents se déchargent sur elle; et elle est impuissante.

III. — Moyens.

L'entente pourrait se faire; au début de chaque année, les parents pourraient être convoqués et l'on pourrait établir en commun la part qu'on est en mesure d'attendre des uns et des autres, tant au point de vue de l'instruction qu'au point de vue de l'éducation; il est certain que l'école pourrait se décharger d'un grand nombre de points qui surchargent les programmes; l'éducation ménagère devrait revenir à la famille, l'éducation professionnelle, à ses débuts également; l'enfant, de retour à la maison, devrait aider : il apprendrait une foule de choses utiles, ne prendrait pas de mauvaises habitudes de paresse, ni le dédain des travaux manuels, il se rendrait compte que la vie n'est pas uniquement l'étude.

Les carnets scolaires, actuellement compilation fastidieuse de notes, pourraient être beaucoup plus utiles; les maîtres et les parents y consignant les observations faites sur leurs enfants, on pourrait, en comparant la conduite à l'école et la conduite à la maison, découvrir des défauts ou des qualités, et deviner des aptitudes; l'enfant, voyant l'entente faite entre les parents et les maîtres, s'habituerait à les considérer comme de vrais et sages conseillers et les écouterait plus volontiers.

Il est question de diminuer le nombre des heures des classes et d'étendre la durée de la scolarité. Au point de vue des études, nous ne pouvons qu'applaudir; l'enfant, de fait, ne travaille pas plus de quatre heures par jour, les troisièmes heures du matin et surtout du soir sont perdues, c'est du surmenage inutile; d'autre part, l'enfant, muni du certificat d'études primaires, quitte l'école à onze ans, au moment où il commence à comprendre quelque chose en histoire et en calcul : les meilleures années sont perdues. L'idée est donc bonne, mais que faire des enfants pendant ces deux heures libres? Un projet qui devrait être muri serait celui de leur faire commencer sous la direction des parents, et après accord avec les chefs d'usine, d'atelier, de commerce, une sorte de demi-apprentissage par roulement d'abord, c'est-à-dire pour les plus jeunes, qui, dans les deux premières années auraient ainsi « joué » à tous les métiers; puis plus continu, l'enfant, à treize ans, serait à même d'opter pour le métier qu'il préférerait, pour lequel il aurait plus d'aptitude; l'institutrice occuperait

ces deux heures à la préparation des cours d'éducation pour les parents et pour les futurs parents, ce qui me paraît de toute utilité.

En tous cas, la surveillance des enfants hors la classe, ne devrait, ni être négligée, ni revenir aux soins de l'institutrice. Ce serait un accord à établir entre les parents, comme il arrive parfois spontanément dans certains quartiers; et un service de police, tendant à ramener à l'école ou chez lui l'enfant traînant dans la rue, avec sanction pour le père de famille.

Nul doute qu'avec un accord bien établi entre les familles, les instituteurs, sous la garantie et le contrôle de l'État, nous n'arrivions à former une génération forte, saine et civilisée, c'est-à-dire sachant à la fois conserver sa personnalité et se soumettre aux lois générales du pays et aux légitimes conventions de la vie en société; de futurs fondateurs de la famille future, où chacun a ses droits, mais aussi ses devoirs, et où la volonté arbitraire de l'un des membres ne fait pas plier tous les autres; cette évolution de la famille, à laquelle nous assistons, se fait péniblement et dangereusement; je suis persuadée qu'une bonne entente avec les éducateurs actuels, bien pénétrés de l'esprit laïque, faciliterait cette évolution pour le plus grand bien de la société, de la société française en particulier.

M. Georges BEAUVISAGE

Professeur à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie, premier Adjoint au Maire (Lyon).

LES CLASSES DE PERFECTIONNEMENT POUR ENFANTS ANORMAUX DANS LES ÉCOLES PUBLIQUES DE LYON

— 5 août —

Au moment où la municipalité lyonnaise, sans attendre le vote du projet de loi soumis au Parlement, vient d'instituer, dans quatre de ses écoles publiques, des classes de perfectionnement pour enfants anormaux, il n'est pas inutile de rappeler tout d'abord comment l'initiative privée avait déterminé le mouvement en faveur de l'éducation des anormaux, et comment elle a pu aider l'Administration municipale à préparer efficacement cette création.

Depuis assez longtemps déjà, le Dr Bourneville avait montré la voie, en organisant, à l'asile de Bicêtre, une école où il avait montré que la plupart des enfants anormaux, même des plus déshérités, pouvaient recevoir avec profit une éducation leur permettant, comme l'avait dit le maître Séguin, « de faire un travail dont le produit compense leur consommation », et, par conséquent de ne plus être une charge pour la société;

idéal assurément plus facile à atteindre pour beaucoup d'autres anormaux, bien moins profondément atteints que ceux des asiles, et dont on ne s'inquiétait point.

Dès l'année 1901, une campagne de propagande en faveur des idées de Bourneville sur l'éducabilité des anormaux, était poursuivie sans relâche par des Lyonnais, MM. les Drs Courjon et Larrivé, directeurs de l'établissement médical de Meyzieu, auxquels ne tardait pas à se joindre M. Louis Grandvilliers, professeur spécialiste, devenu directeur de la section médico-pédagogique de cet établissement, après avoir été successivement, depuis une dizaine d'années, professeur à l'Institution nationale des Sourds-Muets de Paris et à l'Asile-École d'enfants anormaux de Bicêtre. Cette campagne fut continuée sans interruption, tous les ans, par des brochures et surtout des communications faites à toute une série de Congrès scientifiques, médicaux, pédagogiques et philanthropiques : d'abord à ceux de notre Association française pour l'Avancement des Sciences, à Ajaccio (1901), à Angers (1903), à Grenoble (1904), à Cherbourg (1905), à Lyon (1906), et en même temps aux Congrès des médecins aliénistes et neurologistes de Grenoble (1902) et de Bruxelles (1903) ; au Congrès national d'Assistance publique de Bordeaux (1903), au Congrès international de Médecine de Madrid (1903), au Congrès de la Ligue française de l'Enseignement, à Lyon (1902), et Amiens (1904) ; au Congrès de l'Alliance d'Hygiène sociale, à Montpellier (1905) ; au Congrès international d'assistance des Aliénés, à Milan (1906) ; au Congrès international d'éducation et de protection de l'Enfance, tenu à Liège, en septembre 1905, à l'issue duquel fut constitué un *Comité international provisoire pour l'étude et la protection de l'Enfance anormale*.

Déjà un Comité d'initiative s'était formé à Lyon, dans cette direction, autour des zélés propagandistes et, à la suite d'une conférence faite au Palais des Arts, le 9 mai 1905, par le Dr Legrain, médecin en chef de l'Asile de Ville-Évrard, avait pu recueillir d'assez nombreuses adhésions à un projet d'association.

Au retour du Congrès de Liége, MM. Grandvilliers et Armantaire Courjon préparèrent l'organisation de cette association qui fut définitivement constituée à Lyon, le 5 avril 1906, sous le titre de *Comité national français pour l'étude et la protection de l'Enfance anormale*, se donnant pour mission principale de provoquer dans toute la France la formation de groupes régionaux capables d'aboutir à des réalisations pratiques. Seul, le *Groupe régional lyonnais* ne tarda pas à s'organiser, avec le bienveillant appui des autorités départementales, universitaires, municipales et judiciaires, et le concours effectif d'un assez grand nombre de médecins, de professeurs, d'instituteurs et de philanthropes ; il fut définitivement constitué le 21 juin 1906, sous la présidence du Dr Weill, professeur de clinique infan-

tile à la Faculté de Médecine, et la première manifestation de son existence fut la participation active d'un bon nombre de ses membres aux travaux de la Section de pédagogie du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, tenu à Lyon en août 1906. Il allait bientôt passer de la parole aux actes, en apportant son concours à l'Administration municipale, dont il avait suscité l'initiative officielle.

Si le *Comité national français* n'a pu réussir à créer ailleurs des groupes régionaux qui lui fussent directement affiliés, comme il l'eût désiré, c'est que le mouvement, provoqué par ses promoteurs, avait déjà porté ses fruits et que le Gouvernement lui-même venait de prendre en mains la direction de ce mouvement.

A la suite des premiers Congrès rappelés ci-dessus, et surtout du Congrès national d'Assistance publique de Bordeaux (1903), où la question des enfants anormaux avait été longuement étudiée dans une série de rapports partiels, résumés dans un rapport général de M. le sénateur Paul Strauss, le Ministère de l'Intérieur, au point de vue de l'assistance, et celui de l'Instruction publique, au point de vue de l'éducation, se préoccupèrent de donner satisfaction aux tendances qui se manifestaient avec tant d'énergie et d'autorité morale.

C'est ainsi, en particulier, que le 4 novembre 1904, fut constituée au Ministère de l'Instruction publique, sous la présidence de M. Léon Bourgeois, une Commission interministérielle pour l'éducation des enfants anormaux. Cette commission se mit immédiatement à l'œuvre, et dès le début de 1905, organisa une vaste enquête officielle dans toute la France, pour obtenir un relevé approximatif des enfants anormaux existant, soit dans les asiles ou hospices, soit dans les écoles de toutes sortes.

Les chiffres résultant de cette enquête sommaire et rapide se sont trouvés faussés dans le sens de l'insuffisance, pour diverses raisons, mais surtout à cause de l'inexpérience des très nombreuses personnes chargées de les recueillir. Celles-ci, se sentant souvent fort embarrassées, malgré les instructions assez précises de la Commission spéciale, pour reconnaître avec certitude des enfants comme méritant d'être classés dans l'une ou l'autre des catégories signalées, s'étaient tenues dans une prudente réserve et n'avaient fourni que des chiffres évidemment très inférieurs à la réalité; on a pu s'en rendre compte par la suite.

Toutefois l'addition de ces chiffres n'en était pas moins fort éloquente, puisqu'elle aboutissait, pour l'ensemble de la France, à un total de près 32.000 enfants anormaux de 2 à 13 ans, comprenant les aveugles, les sourds-muets, les anormaux médicaux, les arriérés et les instables. Tenant compte de diverses considérations, on a pu en induire comme très vraisemblable un total général de 120.000 anormaux mineurs, au-dessous de 21 ans.

Les résultats partiels de cette enquête, pour chaque ville ou chaque département, semblent n'avoir pas suffisamment attiré l'attention des pouvoirs locaux, la Commission ministérielle n'ayant pas, d'ailleurs, dirigé de ce côté l'effort de son activité, dont la tendance était plutôt centralisatrice.

A Lyon, les résultats de l'enquête n'avaient pas passé inaperçus. Le *Groupe régional lyonnais* les avait fait sortir des cartons administratifs, et on avait pu savoir ainsi que l'enquête avait révélé notamment la présence, dans les écoles primaires et maternelles publiques de la Ville, de plus de 400 enfants, soit anormaux médicaux, soit arriérés ou instables, en dehors des aveugles et des sourds-muets, et sans compter tous ceux que leur état même d'insuffisance mentale retient dans leur famille, ou fait interner dans des asiles.

Cette inquiétante statistique ayant été soumise au Maire de Lyon, M. Herriot, celui-ci s'en montra vivement ému, et se déclara décidé à agir dans le sens indiqué par le *Groupe régional lyonnais*, qui lui offrait le concours actif de ses nombreuses bonnes volontés.

Cette collaboration ne tarda pas à s'organiser efficacement. Il fallait d'abord faire la connaissance individuelle de tous ces enfants anormaux, c'est-à-dire incapables de profiter des méthodes d'enseignement actuellement employées dans les écoles, et, pour cela, les faire examiner par des médecins.

A cet effet, le Maire de Lyon institua un *Dispensaire médico-pédagogique municipal*, rattaché administrativement au Bureau municipal d'hygiène, et ayant pour secrétaire-archiviste l'un des médecins-internes de ce service, M. Chazal. Les consultations devaient être et furent assurées, à titre gracieux, tous les jeudis, à tour de rôle par l'un des docteurs-médecins spécialistes du *Groupe lyonnais*, M^me^ Jean Lépine, MM. Jean Lépine, professeur agrégé à la Faculté de Médecine ; Rousset, Viallon, Papillon, Dodero, médecins de l'Asile départemental d'aliénés du Rhône ; Taty, chef des travaux du laboratoire de médecine mentale à la Faculté ; Audemard, médecin inspecteur des Asiles privés du Rhône ; Devay, médecin en chef de l'Asile de Saint-Jean-de-Dieu ; Royet et Rivière, chirurgiens oto-rhino-laryngologistes.

Le Dispensaire fut ouvert le 6 décembre 1906, et ses consultations se continuèrent régulièrement jusqu'à la fin de juin 1907 ; 103 enfants y furent amenés par leurs parents sur les conseils donnés par les instituteurs et institutrices, et, pour la plupart, y furent examinés plusieurs fois, de façon à constituer pour chacun d'eux un dossier bien documenté.

Peu à peu le mouvement des consultations s'étant graduellement ralenti, un arrêté du Maire de Lyon, en date du 18 juin 1907, prescrivit un recensement général des anormaux qui fut fait, dans les écoles même, par sept commissions médicales, entre lesquelles étaient répartis, avec les

médecins du Bureau d'hygiène (MM. Gabriel Roux, Borry, Coste-Labaume, Goujon, Vigne, Chazal, Musy et Mlle Truffinet), tous les médecins du Dispensaire, déjà nommés, et en outre MM. les Drs Étienne Martin, professeur agrégé à la Faculté, Reymond et Feuillade.

Ce recensement, fait un peu tardivement, à la veille des vacances, époque où la fréquentation scolaire est déjà moins assidue, ne donna encore qu'un chiffre inférieur à la réalité, 259 anormaux dont 104 garçons et 155 filles, dans les écoles primaires élémentaires seulement; les écoles maternelles n'avaient pas été visitées.

Dans l'intervalle, le Congrès de l'Alliance d'Hygiène sociale s'était tenu à Lyon, au mois de mai, et avait été mis au courant de la situation par deux communications, l'une de MM. les docteurs Weill et Beauvisage, l'autre de M. Chazal, secrétaire-archiviste du Dispensaire médico-pédagogique. Ce dernier, le 19 juillet suivant, obtenait le grade de docteur en médecine, en présentant et soutenant sa thèse inaugurale sur *Les Anormaux psychiques*, important travail, où la question est étudiée sous tous ses aspects de la façon la plus complète.

A la rentrée des vacances, le Dispensaire médico-pédagogique reprit ses consultations sur convocations spéciales, pour examiner successivement les enfants anormaux recensés dans les écoles.

Qu'allait-on faire pour tous ces enfants? Les travaux de la Commission ministérielle pour l'éducation des enfants anormaux, avaient tracé la voie par des conclusions longuement détaillées. Il en était résulté un projet de loi, présenté au Conseil des ministres, en novembre 1906, par M. Briand, alors ministre de l'Instruction publique et déposé sur le bureau de la Chambre des députés le 13 juin 1907, prévoyant l'établissement, pour l'éducation des enfants arriérés et instables, soit de *classes de perfectionnement* annexées aux écoles élémentaires publiques, soit d'*écoles autonomes de perfectionnement*, pouvant comprendre un *demi-pensionnat* et un *internat*.

Sans attendre le vote de ce projet de loi par les deux Chambres, les pouvoirs locaux pouvaient bien commencer à faire quelque chose dans la direction signalée; ils y étaient même discrètement encouragés, comme on l'avait bien compris, lors de la visite faite au Dispensaire municipal de Lyon par deux délégués de la Commission ministérielle, M. Baguer et Mlle Stupuy, le 17 janvier 1907.

Déjà, à Bordeaux, où la campagne avait été activement menée sous la haute impulsion de M. le recteur Thamin et sous les auspices de l'Alliance d'Hygiène sociale, par M. le docteur Régis, professeur à la Faculté de médecine et un bon nombre de ses confrères, *deux classes de perfectionnement* venaient d'être instituées dans des écoles publiques. En même temps, trois classes analogues étaient ouvertes coup sur coup à Paris et

deux à Levallois-Perret, sous l'impulsion parallèle de M. Baguer, directeur de l'Institut départemental des Sourds-Muets et Sourdes-Muettes d'Asnières et de M. Alfred Binet, directeur du Laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne.

Assurément, c'était ainsi qu'il fallait commencer : l'internat de perfectionnement est, à la vérité, l'établissement idéal en pareille matière, mais il convient de ne pas se presser de vouloir l'atteindre et de commencer petitement et lentement, pour arriver plus sûrement au but.

Il y avait donc lieu de procéder de cette façon, en profitant de l'expérience déjà acquise, et de faire connaissance avec ces créations récentes pour s'en inspirer. C'est ce que la municipalité lyonnaise résolut de faire, toujours sous l'inspiration du *Groupe lyonnais*.

Un rapport du Maire de Lyon, dans ce sens, en date du 1er octobre, fut soumis au Conseil municipal, qui, le 7 du même mois, en adopta les conclusions et décida d'envoyer en mission d'études une Commission de cinq membres, composée de deux instituteurs et une institutrice désignés par l'Inspecteur d'Académie (Mme Michaud, MM. Monternier et Roux), de M. le docteur Chazal et de M. le docteur Beauvisage, adjoint au Maire.

Conformément au programme qui lui était tracé, cette délégation se rendit successivement à Paris et à Bordeaux et y visita, non seulement les classes de perfectionnement récemment créées, mais un grand nombre d'établissements plus anciens, publics ou privés, hospitaliers ou scolaires, consacrés tant à l'éducation qu'au traitement des enfants anormaux de toutes catégories.

Rentrée à Lyon le 29 octobre, après une absence de dix jours, elle rapportait de son voyage une ample moisson de souvenirs, de notes et de documents qui allaient être précieux pour éclairer et guider les efforts des Administrations municipale et académique de Lyon, dans l'institution des nouveaux établissements qu'elles se proposaient de créer peu à peu, précieux aussi pour la préparation professionnelle des maîtres auxquels on allait confier la tâche délicate et pénible de l'éducation des pauvres enfants déshérités, dont on allait tenter le relèvement.

Déjà le Groupe régional lyonnais s'était préoccupé de cette préparation professionnelle des instituteurs et institutrices désireux de se spécialiser dans cette direction.

Dans son modeste local de la rue de Tunisie (hôtel municipal), où se tenaient ses petites séances administratives et où se donnaient les consultations du Dispensaire médico-pédagogique, il avait constitué une bibliothèque, graduellement accrue, d'ouvrages et de périodiques spéciaux, dans lesquels ces maîtres puisaient peu à peu les connaissances théoriques qui pouvaient les éclairer, aussi bien que les indications de pédagogie pratique, résultant de l'expérience déjà acquise en France et à l'étranger.

Quelques conférences avaient été faites en 1907, par MM. les docteurs Weill, Jean Lépine et Pierret, professeurs à la Faculté de Médecine, sur les enfants anormaux en général ou sur certaines des catégories entre lesquelles on peut les classer, les causes de leurs anomalies, les symptômes divers qui les caractérisent, la conduite à tenir soit pour améliorer leur état, soit simplement pour ne pas l'aggraver.

Plus tard, au printemps de 1908, la mission Paris-Bordeaux fut l'objet de divers entretiens, M. le docteur Rivière fit une conférence sur la gymnastique respiratoire et M. Lorentz, instituteur, sur les écoles de Manheim, où sont méthodiquement organisées les classes destinées aux enfants plus ou moins arriérés.

Entre-temps, le *Comité national français pour l'étude et la protection de l'enfance anormale*, constatant avec regret que sa propagande si efficace au point de vue de l'intérêt général, puisqu'elle avait contribué à mettre en mouvement l'action gouvernementale, avait pourtant échoué dans la constitution d'une fédération de groupes régionaux, dont il eût été le lien commun, considérait sa tâche comme accomplie et se décidait à se dissoudre dans une dernière Assemblée générale, tenue à Lyon, le 19 février 1908. Il laissait au *Groupe régional lyonnais*, le seul qu'il eût pu créer, le reliquat de ses ressources, et le soin de poursuivre son œuvre.

Celui-ci, acceptant ce double héritage, dans son Assemblée générale du 28 mars suivant, revisait ses statuts, et prenait dès lors le titre de *Œuvre de l'Enfance anormale*, sous lequel il était bientôt constitué à l'état de société déclarée à la Préfecture du Rhône, le 27 avril (*Journal Officiel* du 13 mai 1908).

L'*Œuvre de l'Enfance anormale* n'a apporté aucun changement à son programme primitif; elle continue à se préoccuper surtout, pour le moment, de la formation professionnelle de ceux de ses membres appartenant au personnel enseignant, qui se destinent à l'éducation des enfants anormaux, sans cesser d'apporter au Dispensaire médico-pédagogique municipal, le concours gracieux d'un bon nombre de ses sociétaires médecins.

Pendant la période hivernale 1907-1908, la municipalité lyonnaise avait préparé, non sans peine, l'organisation de quelques classes de perfectionnement, s'efforçant d'utiliser des locaux scolaires disponibles, qui fussent assez voisins des domiciles d'un nombre suffisant d'enfants anormaux connus, chose assez difficile, en raison de l'extrême dispersion de ceux-ci, et en tenant compte, dans la mesure du possible, d'une série d'autres conditions malaisées à concilier.

Dès le 6 février 1908, un rapport de l'Inspecteur d'Académie approuvait pleinement les créations projetées, et, au commencement du printemps, tous les détails avaient pu être mis au point. Sur le rapport du Maire, en

date du 10 avril, le Conseil municipal de Lyon, dans sa séance du 13 du même mois, décida la création, à titre d'essai, de *quatre classes de perfectionnement*, dans trois écoles de garçons et une école de filles.

Ces quatre classes s'ouvrirent le 1er mai, sous la direction de trois instituteurs-adjoints, MM. Chaillet, bibliothécaire de l'*Œuvre de l'Enfance anormale*, Monternier et Roux, anciens membres de la mission d'études Paris-Bordéaux, et d'une institutrice-adjointe, Mme Chaillet. Chacun d'eux était laissé entièrement libre d'organiser, comme il l'entendrait et suivant l'inspiration des circonstances, l'emploi du temps et les procédés d'enseignement à employer. Mais tous quatre étaient d'accord sur les principes, animés d'un même esprit, et se tenaient en rapports fréquents, pour se communiquer leurs impressions et leurs observations.

Aucun roulement entre instituteurs n'étant possible, dans ces classes, pour assurer le service des études surveillées (de 4 heures à 6 heures) et des garderies du jeudi, ce service était confié en partie, sous l'autorité directe des maitres, à des surveillantes spéciales n'appartenant pas au personnel enseignant.

Chaque classe de perfectionnement devait comprendre quinze enfants au maximum : une seule d'entre elles atteignit ce chiffre, une autre en eut treize, les deux autres huit chacune; soit, en tout, quarante-quatre enfants pour les quatre classes, très différents les uns des autres dans chacune d'elles, tant par l'âge que par la nature et le degré de leurs tares physiques, intellectuelles ou morales.

Les uns étaient des nerveux agités, turbulents, impulsifs, indisciplinés, querelleurs, quelques-uns même méchants; les autres, au contraire, calmes, apathiques, inertes, endormis, soumis, craintifs, silencieux, mous, quoique très instables presque tous, et incapables de fixer leur attention. Certains étaient seulement légèrement en retard pour leur âge, d'autres plus arriérés, en retard de trois, quatre ou cinq ans; d'autres enfin beaucoup plus encore, tels qu'un petit garçon de six ans, incapable de prononcer un seul mot et n'émettant que quelques vagues monosyllabes, tout en comprenant assez bien ce qu'on lui disait de faire; deux fillettes de huit à dix ans qui n'avaient pas encore la notion de l'unité et présentaient deux ou trois objets quand on leur en demandait un, ou inversement; enfin, une jeune fille de dix-sept ans, très douce, qui avait la mentalité d'un enfant de trois ans.

Les uns étaient grossiers, malpropres, menteurs, voleurs même et plus ou moins vicieux, vivant dans un milieu familial des plus déplorables à toute espèce de points de vue; d'autres, au contraire, polis, bien élevés, entourés de soins par la sollicitude affectueuse de parents éclairés, soucieux de leur avenir et attristés de leur état d'arriération.

Naturellement, dans des classes de population aussi disparate, il fallait

faire une très large part à l'enseignement individuel, approprié à l'état de chacun des enfants. Toutefois, des règles communes s'imposaient pour la direction générale de tous ces déséquilibrés : d'abord, il ne fallait pas les ennuyer, les tourmenter, ni songer à les punir pour des fautes apparentes, qui ne sont que des symptômes de maladies ; il fallait les distraire, les amuser, leur témoigner de l'affection pour leur inspirer confiance, dissiper leurs appréhensions, développer leurs bons sentiments, tant pour calmer les agités que pour stimuler les apathiques.

Assurément, ceux qui étaient déjà plus ou moins avancés continuaient à faire des devoirs écrits, rédactions ou problèmes ; mais, pour tous, en général, il fallait éviter les abstractions incomprises et rebutantes et donner à l'enseignement un caractère concret et pratique, dont ils pussent concevoir l'utilité ; pour tous aussi, les exercices devaient être variés et de courte durée.

Ces exercices ont porté surtout, en dehors des petites leçons de morale courante, d'hygiène et de propreté, données à l'occasion de tous les petits incidents quotidiens, sur la gymnastique respiratoire, les leçons de choses, l'explication des images développant la curiosité, l'attention et l'esprit d'analyse, fournissant aussi l'occasion de perfectionner l'élocution et d'acquérir une foule de notions usuelles au cours d'entretiens familiers animés par des interrogations réciproques ; la numération et le calcul concret, le dessin et enfin le travail manuel ; ce dernier, partant des menus exercices pratiqués dans les écoles maternelles, le pliage, le tissage en papier, le tressage du raphia, la confection de petits paniers ou autres objets en vannerie, de jouets ou petits meubles fabriqués avec des bouchons, bûchettes, épingles et rognures d'étoffes, d'après la méthode des *Récréations en famille* de Tom Tit, s'élevait jusqu'à la construction d'objets variés en fil de fer ou de laiton, en carton ou même en bois, tels que de petites échelles simples ou doubles. A cela se joignait, pour les fillettes, la couture et la confection de lingerie, vêtements et literie, pour la poupée dont chacune était pourvue et qui jouait un grand rôle dans leur existence.

Nos quatre classes ont ainsi fonctionné pendant trois mois, jusqu'aux vacances, et ont donné de très intéressants résultats.

Certes, au point de vue de l'instruction proprement dite, ces résultats n'ont pas été bien grands ; les élèves les plus avancés n'ont pas appris beaucoup de grammaire, d'histoire ou de géographie, mais, dans ce milieu aimable et gai, ils ont travaillé de bon cœur et avec goût ; ceux qui n'étaient que moyennement arriérés ont fait de très sérieux progrès en dessin, calcul, lecture et écriture. Les arriérés profonds n'ont appris encore que peu de choses, mais la plupart ont fait quelques petits progrès, assez pour que leurs parents reprennent un peu d'espoir.

Mais au point de vue moral, les résultats ont été considérables sur cer-

tains points : les malpropres sont devenus soigneux ; les agités, plus calmes ; les querelleurs, plus pacifiques ; les menteurs, plus francs ; les sournois, plus expansifs ; les craintifs, plus rassurés ; les apathiques, plus dégourdis ; les endormis, plus éveillés ; les indifférents, plus curieux ; les tristes, plus gais ; les silencieux, plus causeurs. Tous ont compris qu'on ne leur voulait que du bien et ont commencé à aimer leur maître et leur surveillante et à s'attacher plus ou moins les uns aux autres ; ils sont devenus meilleurs camarades et ont paru comprendre le sentiment de la solidarité ; c'est surtout chez les fillettes que s'est développée une véritable affection réciproque qui les fait se considérer là comme de petites sœurs, dont la maîtresse serait la maman.

Ces résultats sont dus non seulement à la discipline si douce et si affectueuse des classes, mais en grande partie au travail manuel qui est comme un jeu attrayant pour tous et exerce sur leur esprit une influence considérable, en tous points bienfaisante. Le travail manuel est en même temps très éducatif et très moralisateur ; il leur fournit l'occasion d'apprendre une foule de choses et de développer leur adresse, en même temps qu'il leur inspire l'amour du travail en général, et la légitime fierté d'avoir fabriqué quelque chose dont ils entrevoient l'utilité.

Aussi ces résultats ont-ils été considérés par la municipalité comme très encourageants et justifiant pleinement la création des classes de perfectionnement. C'est pourquoi le Conseil municipal de Lyon vient, dans sa séance du 27 juillet dernier, de consolider, à titre définitif, les quatre classes instituées d'abord à titre d'essai.

Elles vont donc se rouvrir à la rentrée des vacances, et les maîtres, désormais en pleine possession de leurs emplois, songent déjà à tous les perfectionnements qu'ils vont pouvoir apporter dans leurs méthodes et leurs procédés, pour le plus grand bien des enfants confiés à leurs soins. Les parents sont enchantés des progrès faits par leurs enfants et paraissent faire déjà connaître autour d'eux les bienfaits de l'institution nouvelle. En effet, l'idée se répand graduellement, et déjà, grâce, il faut le dire, à l'intelligente et active propagande d'une directrice d'école, M^lle^ de Fassion, dix-huit pères de famille viennent de signer une pétition adressée à la municipalité et demandant la création d'une classe de perfectionnement à l'école de filles de leur quartier, s'engageant à y envoyer leurs enfants. C'est là une manifestation des plus remarquables et du meilleur augure pour l'avenir.

Quoi qu'il en soit, lorsque le projet de loi, adopté d'urgence par la Chambre des députés, le 29 juin dernier, sur le rapport de M. Fernand Rabier, aura été également voté par le Sénat, la Ville de Lyon pourra être fière d'en avoir mis à l'avance en pratique les principales dispositions et sera toute prête, comme Paris, Levallois-Perret et Bordeaux, à en appli-

quer certaines autres, dont la réalisation immédiate sera difficile aux villes qui n'auront pas eu la même prévoyante initiative.

A la suite de cette communication, la Section de Pédagogie a adopté le vœu suivant, présenté par M. le Dr G. Beauvisage :

Que, sans attendre le vote du projet de loi déposé à la Chambre des députés le 13 juin 1907, sur l'éducation des enfants anormaux, les municipalités des grandes villes, suivant l'exemple donné à Paris, Bordeaux, Levallois-Perret et Lyon, instituent dès à présent, dans leurs écoles primaires publiques, des *classes de perfectionnement* pour l'éducation des enfants qui, pour un motif quelconque, ne sont pas en état de suivre avec profit l'enseignement donné en commun dans les classes ordinaires ; et qu'elles préparent, pour la plupart de ces enfants, l'organisation prochaine d'*internats de perfectionnement*.

M. Louis GRANDVILLIERS

Directeur de l'Enseignement à l'Établissement Médico-Pédagogique (Meyzieux) (Isère).

ET

M. Armantaire COURJON

Interne des Hôpitaux (Lyon).

SEPT ANNÉES DE PRATIQUE DU TRAITEMENT MÉDICO-PÉDAGOGIQUE DES ENFANTS ANORMAUX

— *8 août* —

C'est en traitant et en éduquant avec succès des enfants anormaux qu'on prouve que ceux-ci sont perfectibles.

Depuis sept ans nous nous sommes voués à cette démonstration, et ce sont les résultats obtenus que nous présentons ici, en même temps que le compte rendu de nos efforts.

I. — Notre but.

Tout d'abord, quel but nous sommes-nous proposé?

Nous voulions :

Créer un mouvement en faveur de l'assistance et du traitement médico-pédagogique des enfants anormaux.

Démontrer une fois de plus que les anormaux sont perfectibles.

Prouver qu'en particulier, dans la région de Lyon et du Sud-Est, la création d'un institut médico-pédagogique avait sa raison d'être.

II. — Notre action. — Les débuts.

Simultanément, nous avons commencé notre œuvre de propagande et de vulgarisation et nous avons ébauché notre démonstration pratique.

Au point de vue propagande, nous adressions aux Conseils généraux et municipaux de la région, ainsi qu'aux préfets, sous-Préfets et Maires une *pétition en faveur des enfants anormaux*, exposant la situation faite à ces déshérités et faisant ressortir qu'il y avait un devoir d'humanité et d'intérêt social à les assister et à les éduquer. Le docteur Courjon faisait à Ajaccio (septembre 1901) devant la Section de Pédagogie du Congrès de l'Association française une communication qui fut remarquée et qui n'est pas oubliée. Je ne veux pour preuve de l'importance de cette communication que ceci : le rapporteur du Congrès des aliénistes et neurologistes de 1908, chargé de traiter de l'assistance des anormaux, reprend pour son compte, parmi tant d'autres définitions, celle de M. Courjon, et la place en tête de son travail :

On peut appeler étymologiquement Enfants anormaux tous ceux qui, par suite d'infirmités congénitales ou acquises, se trouvent placés dans des conditions telles qu'ils ne peuvent vivre de la vie sociale normale (1).

Au même moment, des locaux dépendant de l'Établissement médical de Meyzieux étaient agencés pour recevoir les enfants appelés à suivre le traitement médico-pédagogique. Trois enfants, déjà pensionnaires de l'Établissement, et dispersés dans les autres services, y furent immédiatement réunis.

Voilà d'où nous sommes partis.

III. — Au travail.

A. — *La propagande.* — Je ne saurais mieux faire, pour résumer notre action à ce sujet, que de rappeler la communication faite par le docteur Courjon, en 1906, au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, tenu à Lyon.

Depuis la date de ce rapport, le Comité national s'est dissous, en raison de ce que les pouvoirs publics avaient pris en main la cause des anormaux et qu'à ce point de vue son rôle était terminé; en raison aussi de ce que les Comités municipaux ou régionaux qui s'étaient fondés à la suite de sa propagande n'avaient pas cru devoir s'affilier à lui.

Dans la région lyonnaise, existe une héritière du Comité national :

(1) A Liège, en 1905, les auteurs du présent travail disaient : Les enfants anormaux sont ceux qui ne peuvent être éduqués dans les mêmes conditions de milieu et par les mêmes méthodes et procédés que les autres... — Nous considérons comme enfants *mentalement normaux* ceux qui, au point de vue de ce qu'il est convenu d'appeler intelligence, volonté et sens moral, sont — au moins — moyennement développés et équilibrés relativement à leur âge, à leur sexe et au milieu social dans lequel ils vivent.

Partant de là, nous appellerons « *Enfants mentalement anormaux* » *ceux qui peuvent être ou non, au point de vue physique, constitués normalement, mais qui, par suite de lésions ou de malformations de l'encéphale, congénitales ou acquises, ou par suite d'un arrêt de développement, se trouvent au point de vue de ce qu'il est convenu d'appeler l'intelligence, la volonté et le sens moral, notoirement au-dessous de la moyenne des enfants de même âge, de même sexe et vivant dans un milieu social identique.*

Nota. — Les auteurs du présent travail tiennent à reproduire aujourd'hui cette définition qui est bien à eux, parce que certains travaux la reproduisent *(trop fidèlement peut-être)*, sans daigner en indiquer l'origine : *cuique suum.*

l'OEuvre lyonnaise de l'Enfance anormale, fondée par lui. Grâce à cette œuvre et surtout au professeur Beauvisage, qui en est l'âme, la ville de Lyon possède à l'heure actuelle un dispensaire pour enfants anormaux et quatre classes spéciales annexées aux écoles primaires publiques. Une pétition émanant de pères de famille sollicite en ce moment la création d'une cinquième classe.

Un peu partout en France, et notamment à Bordeaux, des organisations sont créées ou en voie de création qui démontrent que la cause des anormaux est gagnée en principe. Un projet de loi, voté par la Chambre, et actuellement déposé au Sénat — quoique insuffisant — confirme la chose.

Si nous insistons sur ces faits, étrangers en apparence à notre action personnelle, c'est qu'en réalité nous avons été en province les premiers promoteurs du mouvement d'opinion qui vient d'aboutir, et qu'il nous est bien permis de constater avec une légitime fierté que nos efforts ont été pour quelque chose dans les résultats obtenus.

Le premier but que nous nous étions proposé est atteint.

B. — *La démonstration par le fait.* — Pendant que, par des conférences, des brochures, des communications aux congrès, des conversations avec nos amis, nous propagions nos idées, nous ne négligions pas la partie pratique de la campagne entreprise.

Peu à peu, le nombre de nos pensionnaires augmentait; en dehors des enfants que des familles aisées confiaient à nos soins, nous désirions recevoir ceux des anormaux de la région que leur situation de fortune semblait devoir priver des bénéfices du traitement dans un institut médico-pédagogique. Grâce à des démarches multipliées, nous parvinmes à ébranler le scepticisme des pouvoirs publics. Successivement les départements du Rhône, de l'Ain, de la Loire, du Puy-de-Dôme, du Lot-et-Garonne, des Basses-Alpes et du Gard nous confièrent leurs pupilles anormaux, malgré les difficultés budgétaires. Nous pouvons regretter que le département de l'Isère, sollicité à différentes reprises par diverses familles, n'ait pas suivi cet exemple; cependant le Conseil général de ce département est favorable à la cause du relèvement des anormaux, puisqu'au cours de sa dernière session il émettait un vœu tendant à la fondation — *par l'État* — d'établissements médico-pédagogiques. En dehors des départements ci-dessus, un certain nombre de municipalités nous ont honorés de leur confiance; nous citerons celles du Coteau, de Vienne, de Nimes, de Cannes, d'Oullins, de Saint-Genis-les-Ollières.

Suivre pas à pas le développement de notre institut serait inutile et fastidieux. En dehors des soins médicaux et hygiéniques et de l'entraînement intellectuel qui ont été, dès le début, mis en action, nous sommes peu à peu arrivés à organiser l'enseignement scolaire, puis l'enseignement professionnel.

En ce qui concerne l'instruction proprement dite, le point de départ est différent suivant l'âge et, surtout, suivant les aptitudes de nos enfants.

Un certain nombre sont momentanément ou définitivement inaptes à suivre une classe; ils ne sont pas, pour cela, comme pourrait le croire un observateur superficiel, abandonnés à eux-mêmes; dans les cours de récréation, où ils séjournent aussi souvent et aussi longtemps que le permet la température, ils sont, discrètement, et souvent sans qu'ils s'en aperçoivent, entraînés à des jeux et à de petits exercices destinés à faire leur éducation sensorielle, à développer leur attention, leur intelligence et leur mémoire d'une part, leurs aptitudes physiques de l'autre. Tels jouent aux boules, au croquet, au tonneau ou aux quilles, aux dames, aux dominos, au loto ou aux cartes : éducation de l'œil et de la main, éducation de l'attention et de la volonté, éducation aussi de l'esprit de justice, de probité et de tolérance mutuelle; nous pouvons constater avec satisfaction qu'alors que dans bien des écoles ordinaires les jeux sont l'occasion de disputes, de tricheries et parfois de rixes, rien de semblable ne se produit chez nous, dans un milieu où cependant les impulsifs sont nombreux; les nouveaux venus, quelles que soient leurs habitudes antérieures, subissent très rapidement la contagion de l'exemple et se conforment à la tradition de la maison. C'est là un argument frappant en faveur de la supériorité des internats sur les externats : de tels résultats ne sont obtenus que par l'isolement complet de l'enfant relativement au milieu dans lequel il vivait antérieurement et où ses défauts ou ses vices étaient tolérés ou encouragés. Cette éducation psycho-physiologique et morale est la partie la plus importante de notre tâche; nous avons la satisfaction de constater que, grâce au dévouement de collaborateurs formés et entraînés par nous, nous obtenons, à ce point de vue, les meilleurs résultats; les observations résumées, annexées à ce rapport comme pièces justificatives, en font foi.

Ceux des enfants qui peuvent profiter des exercices scolaires reçoivent un enseignement approprié à leurs aptitudes. Nous prenons pour base les programmes de l'enseignement primaire, mais nous ne les suivons pas aveuglément, et ceci pour deux raisons : d'une part parce qu'un certain nombre de nos pensionnaires ne pourraient s'en assimiler les matières, d'autre part parce que ces programmes ne nous paraissent pas parfaits même pour des normaux. Nous profitons donc de la latitude qui nous est donnée de nous en servir sans nous y asservir.

Ce que nous cherchons surtout, c'est à donner à nos enfants un minimum de connaissances utiles, utilisables, pratiques : écriture, lecture, calcul, notions usuelles sur la vie et les rapports sociaux, sur les objets et les animaux qu'ils voient ou verront chaque jour et qui servent quotidiennement à nos besoins, etc. Les notions élémentaires d'histoire et de géographie sont données naturellement à ceux de nos élèves qui peuvent

se les assimiler, mais pour beaucoup, nous les considérons comme un luxe trop coûteux; trop coûteux parce qu'il entraîne pour être acquis une dépense de temps précieux, qui peut être beaucoup plus utilement employé.

Néanmoins, nous n'hésitons pas à pousser les enfants susceptibles de l'être, et nous n'en voulons pour preuve que le succès de la jeune F..., pupille de la Loire, qui s'est classée en rang honorable à l'examen du certificat d'études primaires. Nous avons d'ailleurs la ferme conviction que le cas de M^lle^ F... ne restera pas isolé, et plusieurs de nos élèves actuels arriveront certainement à conquérir à leur tour le certificat d'études.

Entre parenthèses, nous devons dire que nous n'attachons à l'obtention de ce diplôme qu'une importance relative : nous n'y voyons qu'un encouragement pour les enfants et, surtout, un moyen de plus de prouver aux sceptiques que les anormaux sont perfectibles et éducables.

A l'enseignement scolaire proprement dit, viennent s'adjoindre les exercices de gymnastique et de chant.

Leur utilité n'est plus à démontrer.

A propos de la gymnastique et sans méconnaître l'importance des exercices classiques d'assouplissement, nous croyons devoir insister sur l'intérêt que présentent les exercices physiques ayant un but utile ou agréable, *compris des enfants :* tel choréique est devenu un joueur de boules habile et se domine parfaitement lorsque, chargé de porter un vase contenant de l'eau, il s'applique à ne point répandre le liquide : acquisition d'adresse, dira-t-on ; acquisition aussi et surtout de la force de volonté qui vient contrebalancer et dompter l'automatisme neuro-musculaire ; le même choréique, peu à peu, en est arrivé à *jouer aux dames*, et c'est un spectacle remarquable que de voir ses efforts pour pousser un pion exactement sur la case que celui-ci doit occuper, efforts qui sont, d'ailleurs, couronnés de succès.

Tel autre enfant, dont la contracture du bras se montrait presque complètement rebelle à l'électrisation et au massage, l'a vue diminuer par la pratique du jeu de boules et le port d'arrosoirs pleins d'eau, ceci n'a rien que de naturel pour qui sait, comme nous, que la volonté personnelle du malade est parfois plus opérante que les agents de traitement extérieurs. Les exercices gymnastiques nous ont été également très utiles dans le traitement d'instables physiques.

Arrivons à l'éducation professionnelle.

Fidèles à notre conviction que l'agriculture est le métier de choix pour nos enfants, c'est de ce côté que nous dirigeons l'activité de nos garçons. Donnée depuis quelques mois seulement, cette éducation produit les meilleurs effets : nos enfants se livrent avec plaisir à un travail dont ils comprennent le but et dont ils constatent les résultats. La section de nos

jeunes cultivateurs a été, au début, restreinte à un petit nombre d'enfants; il fallait constituer un milieu, un noyau d'entraînement; ce noyau existe maintenant, et nous allons progressivement y agréger le plus grand nombre possible d'enfants.

En dehors des exercices agricoles d'ensemble et, ce à titre de récompense, nous avons autorisé quelques-uns de nos enfants à se créer un jardinet personnel, dans lequel ils cultivent ce qui leur plaît; c'est là un moyen de développer chez eux les sentiments d'initiative et de responsabilité personnelles, et aussi l'esprit de solidarité, car nos jeunes colons en arrivent à s'intéresser aux travaux les uns des autres et, loin de se jalouser, à s'entr'aider. La préoccupation de l'éducation morale, de l'éducation sociale, vous le voyez, ne nous abandonne pas un instant et, pour arriver à former le caractère de nos enfants, nous utilisons tous les moyens à notre portée.

Nos apprentis reçoivent des récompenses pécuniaires proportionnées à leurs efforts.

Les sommes ainsi acquises par eux sont partagées en deux : une partie est laissée à la disposition du propriétaire pour ses menus besoins (ceci sous contrôle, bien entendu); l'autre partie est placée sous son nom, à la caisse d'épargne; par là, nous développons les habitudes d'ordre et de prévoyance.

Nos fillettes font leur éducation de ménagères; on leur enseigne à tenir propre le local qu'elles habitent; elles mettent la table, balaient, etc.; d'autre part, on leur fait, autant que possible, entretenir et réparer les pièces de leur trousseau; à titre de récréation et d'éducation du goût, on encourage les plus habiles à faire de petits travaux au crochet.

Nos petites ménagères, comme nos jeunes agriculteurs, reçoivent des récompenses pécuniaires. L'argent provenant de ces récompenses est employé à l'achat de tissus destinés à confectionner de la lingerie.

Chaque enfant choisit elle-même ce qu'elle désire posséder, va acheter et payer chez le commerçant (guidée par son institutrice) l'objet de son choix; elle le confectionne ensuite elle-même; nos fillettes apprennent ainsi, pratiquement, le prix des tissus usuels, la manière d'acheter et, d'autre part, arrivent à se constituer un petit trousseau qui n'est pas mis en usage à l'Établissement, mais sera emporté neuf par elles à leur sortie.

Voilà, résumée à grands traits, notre organisation pédagogique.

Au point de vue médical pur, nous n'aurions rien de nouveau à dire. Il serait, au reste, peu logique de séparer l'organisation médicale de l'organisation pédagogique; en effet, exercices scolaires ou physiques, entraînement moral, bains, douches, électrothérapie, médication opothérapique, tonifiante ou sédative, tout cela concourt au même but et est inséparable.

Qu'on nous permette ici une déclaration de principe :

En matière de dressage des anormaux (pour reprendre le mot de M. le Dr Thulié), l'élément médical et l'élément pédagogique sont indispensables ; leurs rôles sont équivalents ; leur action doit-être, non pas distincte et parallèle, mais combinée à la manière dont deux corps chimiques s'unissent pour former un corps nouveau, doué de propriétés nouvelles que ne possédait aucun des deux corps primitifs pris isolément. Pour développer des anormaux et les rapprocher autant que possible de l'état normal, il ne faut pas faire de la médecine seule ou de la pédagogie seule ; il ne faut pas faire de la médecine et, en même temps, de la pédagogie : il faut faire de la médico-pédagogie.

Mais, diront certaines personnes, qui donc prédominera, du médecin ou de l'éducateur? C'est l'éternelle chanson !.... il ne peut se trouver en présence deux hommes, deux groupes d'hommes. deux entités sociales, sans que la première question posée soit celle-ci : qui des deux aura le pas sur l'autre? qui tiendra le voisin sous sa dépendance? Loin de nous la pensée de dénier la nécessité d'une hiérarchie ; nous ne sommes pas libertaires à ce point ; mais il nous semble quelque peu mesquin de soulever à tout propos et surtout hors de propos, des questions de protocole, de galons, de panache et de suprématie. Nos frères, dits inférieurs, nous donnent à ce sujet un exemple à méditer et à suivre : lorsque deux grands bœufs blancs tachés de roux tirent la charrue en bois d'érable, lorsque Grivel et Goubeau labourent côte à côte la glèbe nourricière, nul d'eux ne songe à devancer son compagnon, leur seule préoccupation est de marcher du même pas, régulier et sûr, pour que l'effort commun soit doublé et pour que le sillon soit creusé profond et tracé droit.

Les bœufs, il est vrai, sont tenus par le joug et s'il en est un qui faiblit, gare à l'aiguillon. Mais, comme eux, ne devrions-nous pas avoir notre joug et notre aiguillon? le joug, librement accepté, c'est le sentiment du devoir social ; l'aiguillon, c'est l'amour du prochain, deux sentiments qui se résument en un mot : la solidarité. Soyons solidaires ! Et, pour en revenir à nos enfants, enseignons-leur la solidarité et prêchons d'exemple, ou plutôt continuons à prêcher d'exemple.

C. — *Résultats.* — Voici donc ce que nous avons fait ; quels résultats avons-nous obtenus?

Notre réponse sera simple, nous laisserons parler les faits : voici notre bilan :

Depuis la fondation du service, quatre-vingt deux enfants y sont entrés, dont soixante-quatre garçons et dix-huit filles.

Trente-deux de ces enfants nous ont été confiés par leurs familles ; les autres ont été placés comme boursiers par des Conseils généraux et municipaux et par l'Administration de l'Assistance Publique.

Trente-six enfants sont sortis pour des motifs divers : un est décédé ; un

est passé dans le service des nerveux adultes ; un est sorti complètement guéri ; quatre ont été rendus à leur famille au bout d'un laps de temps très court (pouvant être considérés *a priori* comme incurables). Tous les autres ont été améliorés à des degrés divers et auraient certainement gagné à faire un séjour plus prolongé à l'Établissement ; malheureusement, en ce qui les concernait, il a fallu compter avec l'impatience des familles, qui comprennent difficilement qu'une cure médico-pédagogique ne peut porter tous ses fruits qu'à condition d'être suffisamment prolongée, ou à qui leurs ressources trop limitées ne permettent pas de faire les sacrifices pécuniaires indispensables.

CONCLUSIONS

L'étude des résumés d'observations qui précèdent (1) pourrait fournir matière à de nombreuses réflexions. Pour l'instant, nous nous bornerons à résumer, en quelques mots, la leçon à tirer de l'expérience que nous avons tentée :

A. — Le traitement médico-pédagogique des anormaux n'est pas une utopie, comme le prétendent encore certains publicistes mal renseignés ; *il donne des résultats.*

Il y a donc lieu d'en généraliser l'application à tous les anormaux.

B. — Le traitement médico-pédagogique est d'autant plus efficace qu'il est appliqué à un enfant plus jeune et dès qu'on s'aperçoit que cet enfant n'est pas comme les autres.

C. — Le traitement médico-pédagogique ne donne tout ce qu'on peut en attendre, qu'à condition d'être poursuivi pendant un temps suffisamment prolongé : on ne guérit pas une anomalie mentale comme on arrache une dent.

D. — Il est d'une importance capitale, au moins pendant la première période du traitement médico-pédagogique, de soustraire complètement l'enfant anormal à l'influence du milieu dans lequel il a vécu jusqu'alors ; par conséquent, il convient de le placer dans un internat médico-pédagogique et non dans un externat ; il est même parfois utile de n'autoriser les visites des parents ou amis ou la correspondance avec ceux-ci, qu'au bout d'un certain laps de temps.

(1) Au cours du Congrès il a été donné lecture des résumés d'observations d'une cinquantaine d'enfants ; le manque de place ne permet pas de les reproduire ici.

M. R. MICHALIAS

Pharmacien honoraire (Ambert) (Puy-de-Dôme).

ÉTUDES SUR LE DIALECTE ROMAN DU LIVRADOIS. POÉSIES ET ESSAI DE GRAMMAIRE

— 4 août —

Très attaché à mon pays, dont j'aime les choses et les gens, les beautés naturelles et jusqu'au dur, mais sain, climat, j'étudie particulièrement depuis quelques années le dialecte en usage dans nos montagnes, langage naïf et rude que je connais à fond pour l'avoir de bonne heure et longtemps entendu et pratiqué.

Avide de renseignements, je vais, furetant çà et là dans la montagne, interrogeant tout le monde et, de préférence, les vieilles gens; et je reviens heureux lorsque, avec ma moisson d'échantillons botaniques et de minéralogie, je rapporte en outre une expression ancienne ou peu connue, venant grossir le riche trésor de mots latins qui sont comme la trame du dialecte, qui en indiquent clairement les origines, et dont quelques-uns sont restés presque inaltérés.

Heureux encore de constater maintes similitudes ou analogies avec le dialecte catalan, dans une syntaxe comparable, dans l'emploi du pronom neutre *hou* (*le*, français), et dans une foule de radicaux identiques, etc.; de retrouver, comme dans les régions gasconnes et béarnaises, cette prononciation spéciale de l'*f* changé en une sorte d'*h* guttural, et celle du *v*, tellement atténuée qu'elle équivaut à sa suppression; et enfin de noter le son mouillé de *l*, dans les groupes *bl*, *cl*, *gl*, *pl*, de même qu'en Aragon.

Véritable langue romane d'ailleurs, avec ses règles précises, ses conjugaisons régulières, sa syntaxe que l'on peut établir, et une assez proche parenté avec le provençal pour que Mistral ait pu m'écrire, après une traduction :

Vesès, coulègo, que i'a pas cènt lègo dou parla de Maiano à-n-aquen d'Embart.

C'est-à-dire :

Vous voyez, ami, qu'il n'y a pas cent lieues du parler de Maillane à celui d'Ambert.

Et encore, que M. Jules Ronjat, *baile dou Felibrige*, et dont la haute science linguistique fait autorité, ait pu dire :

Es veramen pretoucant de vèire alin, atras lis àspri Ceveno, avèn un counfraire autant ben ispira, e qu'en païs auvergnas de Lieuradès, àleva quàuqui mot adouba segound lou biais mountagnous, se parlo à mai que seissanto lègo d'Avignoun, uno parladuro autant estrechamen parènto de la nostro.

C'est-à-dire :

Il est véritablement frappant de voir que tout là-bas, au-delà des âpres Cévennes, nous avons un confrère aussi bien inspiré, et qu'au pays auvergnat du Livradois, excepté quelques expressions à la mode montagnarde, il se parle, à plus de soixante lieues d'Avignon, un dialecte aussi étroitement parent du nôtre. (« Prouvènço ».)

C'est qu'alors j'avais tenté de chanter aussi en ce langage fruste et naïf, mais expressif, concis et coloré, dont les sons avaient retenti les premiers à mon oreille dès le berceau, et qui *semble ainsi me rattacher par un lien plus intime à mon cher Livradois*.

Dans deux volumes de poésies : *Ers dé lous Suts*, Chants des Montagnes, et *Ers d'uen Païsan*, Chants d'un Paysan, je me suis principalement attaché à décrire les choses des champs, des heures de vie rustique de nos populations agricoles et de noter quelques instantanés de mentalités paysannes.

A ces deux volumes est venu se joindre un *Essai de Grammaire auvergnate*, dans lequel, à défaut de la science du grammairien, j'ai mis une sincérité et une probité absolues.

M. Ad. NICOLAS

Docteur en médecine (La Bourboule).

LA LANGUE INTERNATIONALE : SABIRISME ET SÉMANTISME AU POINT DE VUE MNÉMONIQUE

— 8 août —

A deux reprises déjà (Congrès de 1904 et 1905), j'ai entretenu l'Association des avantages du Sémantisme, c'est-à-dire des langues artificielles *significatives*, où le mot définit l'idée, pour l'établissement du vocabulaire de la future langue internationale. Aujourd'hui, je me propose de mettre en évidence la valeur mnémonique de la méthode, ne visant le *Spokil* (1) qu'autant qu'il en représente, en ce moment, l'unique application.

On connaît le système et le programme :

1° Rassembler *toutes* les expressions du langage en des groupements qui rapprochent, non seulement les mots représentant les modalités d'une même idée (*réparer, restaurer, ravauder, raccommoder,* etc., c'est-à-dire : nos « synonymes » français) ; mais encore ceux qui désignent les conditions, les objets, les agents qui concourent à la manifestation de l'idée mère (*conflit, guerre, lutte, armes, armée, soldat,* etc.) ;

2° Comparant les racines de tous ces mots, dans chaque *famille*, en choisir une qui rappelle le mieux l'idée mère ; et *réduire cette racine à sa plus simple*

(1) Spokil : *Grammaire. Exercices. Les deux dictionnaires,* in-8°, p. I-VIII, 1-272. Paris, Maloine 1904.

expression, pour ainsi dire : **rv**, du français *servir* représentant les idées de *sauver, salut, conservation, soin, culture*, etc.; — **rg**, de l'international: *énergie*, représentant les idées de *force, faiblesse, fatigue, résistance, pression*, etc.; — **v**, représentant les idées de *vie, sensibilité, instinct, être, nature*, etc.;

3° Symbolisant ainsi les idées mères, — en réalité peu nombreuses (1), — au moyen de consonnes, distinguer les modalités de l'expression, au moyen de voyelles : **erg**, *énergie*; — **arg**, *résistance*.

4° Compléter le mot par des *affixes grammaticaux* (**a**, pour les substantifs; — **e**, pour les verbes: **arga**, *résistance*; — **arge**, *résister*, etc.) — ou *lexicologiques* (**arba**, *travail*; — **arbel**, *travailleur*), ceux-ci n'étant que des racines ou des mots ordinaires du vocabulaire.

Tels sont les moyens, déjà connus de l'Association, qui résument notre Sémantisme; et, considération capitale, qui nous permettent d'*incorporer* sans déformation, tous les mots nationaux ou internationaux qu'il conviendra d'introduire dans la langue écrite ou parlée. Quoique l'on ait exagéré, au delà de toute mesure, le nombre des mots internationaux, il en est encore beaucoup qu'il est avantageux d'incorporer : par exemple, ceux des nomenclatures scientifiques...

Un premier avantage mnémonique, du Sémantisme c'est que, une fois acceptées nos conventions initiales, il exclut l'*arbitraire* : tandis que, dans les langues d'emprunt (Sabirs) le choix du mot est laissé absolument à la disposition de l'auteur, — le principe du maximum d'internationalité, il faut toujours le proclamer bien haut, étant généralement illusoire, — au contraire: dans une langue sémantique, les mots se forment en vertu de règles établies une fois pour toutes.

Soit le symbole **z** (2): *cosmisme, temps, durée*, formant la racine **ez**, *l'éventuel*, l'apposition du symbole **sb**, *le bien*, forme le mot **sbeza**, *bonheur, bien éventuel*.

Le dictionnaire polyglotte en trente langues de Poussié donne pour la traduction de ce mot : *bonheur*, les expressions suivantes :

Félicità, dicha, felicidade, fericire, felicitas, eftikhia, eurvâd, glück, geluk, happiness, lykke, medgång, szczęście, chtchâstie, bonhurra, szerencse, saadet, sa'ad, bakht, khushi, parèpakdoution, thak thnom, phu'o'c, fou, saiwai, untung, arbaké.

Les langues d'emprunt, désorientées par l'absence du mot international, ont traduit :

Volapük : *lâb*; Dilpok : *beaty*; — Neutral : *fortun*; — Esperanto : *feliço*.

Sbeza, n'est-il pas, à la fois, logique et mnémonique? (3) Il a pour « contrastique » : **Sfeza**, *malheur*, que les langues d'emprunt traduisent :

(1) Le nombre des idées sur lesquelles nous vivons depuis que le monde est monde, est un nombre tout à fait restreint. « Ce ne sont pas les idées qui sont neuves ; ce qui peut être neuf, c'est la façon de les exprimer » (J. Richepin : *Journal de l'Université des Annales*, 29 janvier 1908, p. 230).

Le vocabulaire du Spokil n'utilise que cent vingt-huit *symboles*, consonnes simples : **b, v, d**..., doubles : **sk, st, rv**,...; ou triples : **skr, str**... Les voyelles sont les seules voyelles libres : **a, e, i, o, u** ou associées **ai, ei, ao**..., en tout au nombre de dix-neuf.

(2) Mnémotechnie : *zénith, zodiaque, zone*. On m'a contesté le droit (?) de symboliser par des lettres des idées ou des expressions. Cependant, la désignation des éléments chimiques : C, H, K...; les abréviations LI, PCN..., et sans doute, originellement, les caractères des alphabets, ne sont-ils pas des symboles? Le symbolisme qu'est-ce autre chose? Et c'est une erreur de présenter ces symboles comme « imprononçables ».

(3) « Il faut (souvent) abandonner la critique des défauts pour la critique des beautés » (Chateaubriand). Disons modestement : des qualités.

Volapük : *nelâb, nesam* ; Dilpok : *misluk* ; — Neutral : *misfortun* ; Esperanto : *malfeliço*.

Quand il s'agit de voyelles, les familles de mots se constituent d'elles-mêmes dans une langue sémantique établie sur nos données :

Soient les doubles voyelles : **ai**, groupant : les phénomènes, et, en particulier, les phénomènes météoriques ; — **ei**, groupant les *éléments des choses*.

Soient les symboles :

dr, *eau, liquides* ; — **pn**, *air* ; — **ktr**, *électricité* ; — **ld**, *lumière* ; — **ks**, *pulvérulence* ; — **g**, *pierres* ; — **gl**, *verre* ; — **gn**, *feu* ; — **zz**, *évolution* ; — **sm**, *plaisir* ; — **sn**, *peine* ; — **pt**, *changement* ; — **kl**, *battre, frapper, éclater* ; — **rk**, *circuler* ; — **rj**, *intermittence*.

Nous nommons :

Pluie, **aidra** ; — *vent*, **aipna** ; — *orage*, **aiktra** ; — *foudre*, **klaiktra** ; — *éclair*, **klailda** ; — *aérolithe*, **gaiksa** ; — *bolide*, **klaigna** ; — *brise*, **smaipma** ; — *bise*, **snaipna** ; — *tempête*, **klaipna**.

Et par opposition de **ai** avec **ei** :

Gelée, **aizza** ; — *buée*, **eizza** ; — *givre*, **ptaizza** ; — *rosée*, **pteizza** ; — *avalanche*, **klaizza** ; — *brouillard*, **dreizza**...

Le tableau suivant donne les concordances dans quelques langues.

Ces concordances sont surtout démonstratives en ce qu'elles précisent ce qu'il faut penser du *principe de maximum d'internationalité des mots* et de la façon arbitraire dont l'applique chaque inventeur de langues d'emprunts (Sabirs). Et, si les savants répugnent au travail ardu que nécessite l'établissement de ces concordances, on ne peut nier qu'elles sont indispensables à tous les points de vue, mais surtout au point de vue mnémonique.

Des classifications s'établissent, pour ainsi dire automatiquement dans ce mode de formation des mots : **aidrielas**, *imbrides* ; — **aipnielas**, *anémides* ; — **aildielas**, *luminides* ; — **aignielas**, *ignides*, etc. (1). Et l'on retrouve cette même catégorisation automatique — par la similitude de la voyelle dans la syllabe radicale — pour une foule de mots, qui, quelle que soit l'uniformité d'*origine*, sont distincts de *forme* (2) dans toutes les langues ; et souvent échappent, comme les noms des météores, à toute définition pratique. Tels sont par exemple, les noms des « parties du corps » :

Tête, **auba** ; — *siège*, **auga** ; — *poitrine*, **auda** ; — *cou*, **aurna** ; — *gosier, gorge*, **aubra**, etc.

Ici, le rappel de la voyelle supplée la définition : « les noms (dans nos langues nationales) ne définissent pas les choses ; ils se contentent de les signaler » (DARMESTETER : *La vie des mots*).

Le sémantisme, l'interprétation du sens particulier du mot, s'impose

(1) V. SPOKIL, p. 25.

(2) Les philologues ont tort de confondre l'internationalité *d'origine* avec l'internationalité de forme : *Vent* et *Wind* n'ont respectivement que l'apparence de l'internationalité.

aux langues d'emprunt, comme à toutes les langues naturelles, pour faire le moindre thème. Par exemple :

1° Pour traduire les mots *polysémiques* (M. Bréal) c'est-à-dire les mots d'acceptions multiples ;

2° Pour traduire les *synonymes*. Dans nos langues : *robuste*, *fort*, *vigoureux*... Ces mots synonymes proviennent souvent de racines étrangères ; le mot lui-même peut être étranger dans sa totalité. Dans les langues d'emprunt, ces origines polyglottes sont la règle ; et l'incohérence de nos lexiques y est érigée en principe ;

3° Pour traduire les *affixes*.

FRANÇAIS	SPOKIL	ESPAGNOL	ANGLAIS	ALLEMAND	ESPERANTO	DILPOK	NEUTRAL
Pluie	**aidra**	lluvia	*rain*	Regen	pluvo	luve	pluvi
Grain	**klaidra** **pnaidra**	chubasco	*squall*	Windwolke	?	?	?
Verglas	**glaidra**	escarcha	*glazed frost*	Glatteis	glitvetero	verglace	?
Gelée	**aizza**	helada	*frost*	Frost	frosto	frost	frost
Givre	**ptaizza**	escarcha	*rime*	Rauhreif	prujno	given	?
Avalanche	**klaizza**	alud	*snow slip avalanch*	Lauwine	lavango	avalon	?
Banquise	**paizza**	? (1)	*field of ice*	Eisscholle-nhaufe	?	?	?
Glace	**glaizza**	hielo	*ice*	Eis	glacio	glace	glas
Glacier	**gaizzal**	ventisquero	*glazier*	Gletscher	glaciejo	glacis	?
Neige	**draizza**	nieve	*snow*	Schnee	nego (2)	nive	nev
Vent	**aipna**	viento	*wind*	Wind	vento	vent	vent
Brise	**smaipna**	brisa	*breeze*	Gelinder Wind	venteto	brise	bris..
Bise	**snaipna**	cierzo	*bleak wind*	Nordwind	?	bise	?
Tempête	**klaipna**	tempestad	*storm tempest*	Sturm	ventego	sturm	uragan
Orage	**aiktra**	horrasca	*storm tempest*	Sturm Ungewitter	fulmotondro	storm	?
Foudre	**klaiktra**	rayo	*thunder-bolt*	Blitz	fulmofajro	fulm	fulmin
Grêle	**draiktra**	granizo	*hail*	Hagel	hajlo	grèse	grel
Grésil	**draiktrina**	granizo	*sleet*	Graupenhagel	najlnego	gresil	?
Aérolithe	**gaiksa**	aerolito	*aerolite*	Luftstein	aerolito	aeroston	?
Éclair	**klailda**	relampago	*lightning*	Blitz Wetterleuchten	fulmo	bliz	fulmin
Étoile filante	**zaigna**	exhalacion	*falling star*	Sternschuppe	?	?	?
Bolide	**klaigna**	?	*aerolite*	Monstein	?	?	?
Ouragan	**airka**	huracan	*hurricane*	Orkan	uragano	ulkan	uragan
Cyclone	**pairka**	?	*cyclone*	?	ciklono	ciklon	?
Rafale	**pnairja**	rafaga	*squall*	Windstoss	ventego	rafale	?

(1) Ces lacunes peuvent ne pas exister dans la langue ; mais j'ignore, pour le moment, les mots qui les comblent.

(2) Les lettres en italiques indiquent des caractères spéciaux.

Pour les *préfixes* dont la plupart sont des *prépositions*, la traduction est relativement facile, quand le sens du mot composé répond au sens des éléments qui le composent. Autrement, il arrive que les Sabirs incorporent le mot entier : *kompren*, *comprendre* qui n'a plus alors aucun sens.

Pour les *suffixes*, tous les sabirs ont dû leur attribuer des valeurs sémantiques et absolument conventionnelles. Mais ici, par la disette absolue de principes lexicologiques, ces conventions sont toutes *arbitraires* dans l'ensemble comme dans le détail. Ici, les catégorisations s'imposent absolument, et, dans une langue véritablement artificielle, elles sont facilement réalisables, dès que l'on est parvenu à les établir « philosophiquement ». Il arrive souvent, dans nos langues, que la même idée est traduite par divers suffixes : *bonté*, *jeunesse*, *élégance* ; et, d'autre part, que le même suffixe traduise des idées diverses : *langage*, *lavage*, *branchage*.

4° Pour les mots *négatifs* où la traduction est généralement facile, quoiqu'elle ne le soit pas toujours. Par exemple, il s'en faut qu'une syllabe négative traduise toujours le sens de *in* et analogue dans les mots qui ont cette initiale. Pour s'en rendre compte, il faut avoir *cuisiné* le langage dans ses moindres détails ;

5° Pour les mots *contrastiques*, confondus par les sabirs avec les précédents. Ici, il faut que les procédés soient variés et que le sens ne soit pas compromis. Telle langue traduit *soif* par *soifo ; — faim* par *malsato*. Le mot *malsato*, *inassouvissement*, *non satisfaction*, traduit tous les *besoins* : aussi bien *soif* que *faim* ; ou plutôt aussi mal, car un *besoin* n'est pas une chose négative.

Il est mieux de se constituer des ressources variées pour ces expressions contrastiques:

Alpo, *grand ;* — **ulpo**, *petit ;* — **also**, *long ;* — **ulso**, *court ;* — **aldo**, *blanc ;* — **uldo**, *noir ;* — **alba**, *voix ;* — **ulba**, *chant ;* — **maiza** (1), *matin ;* — **naiza**, *soir ;* — **meve**, *veiller ;* — **neve**, *dormir ;* — **abo**, *haut ;* — **ago**, *bas :* — **av(a)**, *besoin ;* — **mavo**, *nécessaire ;* — **navo**, *futile ;* — **brava** (2), *faim ;* — **drava**, *soif ;* — **spavo**, *bavard ;* — **savo**, *curieux*.

En ayant soin, comme ici, de ne s'appuyer que sur des conventions systématiques, qui rentrent dans le plan général de la langue.

A l'heure où nous sommes, il est élémentaire d'établir une grammaire logique et simple, à la fois, qui satisfasse à tous les besoins du langage. Le choix des *déterminatifs* est des plus faciles ; on peut discuter sur l'utilité de l'*article*, mais il ne viendrait aujourd'hui à l'idée de personne de proposer tel tableau synthétique de déterminatifs qui n'est qu'une complication archaïque, rappelant les méthodes agglutinatives. En réalité, la gram-

(1) Voir *Bull. de l'Ass. fr., Congrès de Cherbourg* (1905). *Familles de mots.* **m** et **n** marquent en général les contrastes.

(2) **br**, *l'aliment ;* — **dr**, *eau, liquides ;* — **sp**, *paroles ;* — **s**, *savoir.*

maire n'offre de difficultés qu'en ce qui concerne : *les noms de nombre*, la *conjugaison*, les *particules*, celles-ci réglant la *syntaxe*.

Il est vrai que les langues d'emprunt se heurtent tout d'abord à l'*alphabet* : à l'adoption de lettres spéciales, accentuées ou non ; à l'éternelle discussion du phonétisme et du graphisme ; de l'adaptation de l'orthographe à la prononciation, qui remonte à Platon, pour aboutir au *Comité* de la *Délégation pour l'adoption d'une LI* et à sa *Commission permanente*, adaptation que presque toutes les nations ont tentée, sans y réussir, sauf, dans une certaine mesure, les Espagnols...

Nous prouvons, par le fait, que peu de lettres : cinq voyelles et seize consonnes, prises dans l'alphabet ordinaire, suffisent amplement à tous les besoins d'un vocabulaire plus riche qu'aucun autre ; et le premier résultat de ce choix a été pour nous de simplifier du même coup la question des *noms de nombre*. Soient :

Voyelles : **a, e, i, o, u** (pr. *ou*).

Consonnes : **b, g, d, v, j, z, l, n.**

Fortes correspondantes : **p, k, t, f, h** (pr. *ch.*), **s, r, m.**

La numération par cinq, doublée par l'inversion des consonnes fortes, afin d'éviter les consonnances pareilles, donne :

ba, *1* ; — **ge**, *2* ; — **di**, *3* ; — **vo**, *4* ; — **mu**, *5* ; — **fa**, *6* ; — **ke**, *7* ; — **ti**, *8* ; — **po**, *9* ; — **nu**, *0*.

Nous employons facultativement **l** pour l'euphonie et nous formons avec **h** (pron. *ch.*) une série des dizaines :

ha(l), *10* ; — **he(l)**, *100* ; — **hi(l)**, *1.000* ; — **ho(l)**, *10.000* ; — **hu(l)**, *100.000*.

D'où la facilité de parler les nombres comme on les écrit : **bagedi** pour *123*.

Ce qui n'empêche, si on le préfère, de les énoncer comme partout :

10, **banu(l)** ou **ha(l)** ou **balha** ; — *20*, **genu(l)** ou **gelha** ; — *300*, **dinunu(l)** ou **dilhe** ; — *23*, **gedi(l)** ou **gelha dil.**

La concordance est démonstrative :

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Spokil..		**ba(l),**	**ge,**	**di,**	**vo,**	**mu,**	**fa,**	**te,**	**ki,**	**po,**	**nu(l)**
Langues d'emprunt (1)	D.	an,	d*as*,	tres,	fis,	l*us*,	sus,	pos,	tos,	nys,	nul
	E.	unu,	du,	tri,	kvar	kvin,	ses,	sep,	ok,	na*u*,	nula
	N.	un,	du,	tri,	kuatr,	kuink,	seks,	sept,	okt,	nov,	nul
	P.	un,	du,	tre,	quatr,	quinc,	sex,	sept,	oct,	nov,	nul
	W.	ak,	ek,	ik,	ok,	uk	*o*k,	*u*k,	auk,	aik,	nuli

Plus démonstrative encore est l'expression d'un nombre de plusieurs chiffres. Soit : 14.609.

		quatorze	*mille*	*six*	*cent*	*neuf*
Langues d'emprunt	D. .	par-fis	mil	sus	kent	e nys
	E(?).	dekkvar	mil	sescent		na*u*
	N. .	deskuatr	mil	sekscent		nov
Spokil.		**havol fanupol**				

Rien n'est simple comme la conjugaison au moyen de l'auxiliaire, formé

(1) D, Dilpok ; E, Esperanto ; N, Neutral ; U, Universal ; P, Panroman ; W. Weltsprache.

de terminaisons sériées, que l'on ne confond pas pour cela: **ai, ei, oi, ui,** pour les temps *actuels* (présents); et auxquelles on annexe des racines définies pour les temps *subordonnés*: **iz** *(alors, autrefois)* pour les temps *antérieurs*; — **ez** (*éventualité*) pour les temps *éventuels* (subjonctif, optatif et même impératif); — **az** *(durée, pendant, durant)* pour le *participe présent*. Pour abréger, bornons-nous aux premiers. Voici le tableau simple de notre conjugaison, pour les temps *actuels* et les temps *antérieurs*.

TEMPS ACTUELS

	Présent: **ai.**	*Passé:* **ei.**	*Futur:* **oi.**	*Conditionnel:* **ui.**
	Je prends	pris (*ou* j'ai pris)	prendrai	prendrais
	mi mede lai	**lei**	**loi**	**lui**
Forme concrète facultative.	**mi medai**	**medei**	**medoi**	**medui**

TEMPS ANTÉRIEURS

	Présent antérieur ou *Imparfait*	*Passsé antérieur* ou *Plus-que-parfait*	*Futur antérieur*	*Conditionnel antérieur*
	Je prenais	j'avais pris j'eus pris j'ai eu pris	j'aurai pris	j'aurais pris
	mi mede	**lizai**	**lizei**	**lizoi**	**lizui**
Forme concrète facultative:	**mi medizai**	**medizei**	**medizoi**	**medizui**

Les formes correspondantes, dans les langues d'emprunt, sont établies sur les types suivants: Verbe *aimer:*

TEMPS ABSOLUS

	Présent.	*Passé.*	*Futur.*	*Conditionnel.*
D. . .	*mi* love	lova	lovo	lovio
E. . .	mi amas	amis	amos	amus
N. . .	mi am	av amed	amero	amerio
P. . .	yo amer	aver amed	amero	amere

TEMPS SECONDAIRES

	Imparfait.	*Plus-que-Parfait.*	*Futur passé.*	*Conditionnel passé.*
D. . .	mi?	ava loved	avo loved	loviu
E. . .	mi amis	?	?	?
N. . .	mi amav	avav amed	avero amed	averio amed (?)
P. . .	yo amera	avera amed	avera amet	avere amet (?)

Notre *passif*, non moins simple se forme au moyen d'un adjectif (ou *participe passé passif*), combiné soit avec le même auxiliaire, soit avec le verbe être: **ve** et que l'on peut contracter comme ci-dessus:

Je suis pris	J'avais été pris
mi medeno lai	**mi medeno lizei**
mi vai medeno	**mi vizei medeno**
mi medenai	**mi medenizai**

La syllabe **en** est une racine signifiant *subir* et opposée dans la langue à **em**, signifiant *agir* et servant à affirmer le sens actif: *tomber*, **nabe**: — *tomber quelqu'un, faire tomber*, **nabeme**; — *être tombé*, **nabene**.

Rien n'empêche une langue d'emprunt d'employer ainsi des auxiliaires; toutes préfèrent les formes synthétiques. Pourquoi?

La catégorisation des *particules* ne paraît pas devoir sortir de longtemps, de la période limbique. « Vous n'en sortirez pas », me disait Kerckhoffs, il y a quelques vingt ans. Cependant rien ne me semble plus simple aujourd'hui. Quand on a fait, d'abord, le départ « génial », non pas d'une, mais de plusieurs, prépositions dont le sens est souvent vague et mal déterminé dans nos langues : *à, de, en, dans* et au besoin *pour*, la catégorisation nous semble des plus faciles. Le mieux est de classer parmi les racines primordiales les expressions : *haut, bas ; — avant, arrière ; — or, donc ; — avec, sans*,... pour lesquelles ont peut utiliser un procédé très large de distinction des mots contrastiques. La concordance suivante en donne un exemple, se rattachant à notre sujet :

FRANÇAIS	ESPAGNOL	ANGLAIS	ALLEMAND	ESPERANTO	NEUTRAL	SPOKIL
Sur	*sobre*	on, upon	auf, über	*super, sur*	*su*	**ubi**
Sous	*bajo*	under	unter	*sub*	*sub*	**ugi**
En haut	*encima*	above	oben	*supre*	*superiore*	**abi**
En bas	*abajo*	below	unten	*malsupre*	*inferiore*	**agi**
Avant	*antes*	before	vor	*antaŭ*	*ante*	**uki**
Après	*despues*	after	nach	*post*	*po*	**upi**
Près	*cerca*	near	neben	*proksime*	*visinu*	**adi**
Loin	*lejos*	far	weit	*for, malproksime*	*distant*	**afi**
Dans	*en*	in	in	*en*	*in*	**udi**
Hors	*fuera*	out	ausser	*ekster*	*ekstr*	**ufi**
Avec	*con*	with	mit	*kun*	*ko*	**omi**
Sans	*sin*	without	ohne	*sen*	*sine*	**oni**

La mnémonique n'est pas tout, sans doute ; et, si personne ne conteste au *sémantisme* sa logique, — son euphonie est, je ne sais pourquoi, discutée. Cependant il a lui aussi sa « littérature » (1), même originale (2), où l'on peut juger de la facilité de prononciation :

E vizai l'umo skeol
Ke firhei (3) **pa le zeol,**
Urni le smel e le kreol,
Sio neozeal vobeno
Ugi le krita sbeldeno
Di Francia smioveno.

Et c'était le même océan — Qui ballotta par le monde, — A travers l'amour et la guerre, — Sa jeunesse passionnée — Sous le drapeau respecté — De la France chérie.

(1) SPOKIL : *Exercices, loc. cit.*, p. 21 et suiv.

(2) Alexandre Dumas disait : « Je suis modeste quand je m'examine, orgueilleux quand je me compare ».

(3) **H**, prononcez *ch*, comme dans *chat*.

M. Ch. BOSTEAUX-PARIS

Maire (Cernay-lès-Reims) (Marne).

DE L'UTILITÉ DES MONOGRAPHIES COMMUNALES

— *5 août* —

Qu'est-ce qu'une monographie communale? C'est l'histoire du petit coin de la patrie qui nous a vus naître; ce coin de notre territoire a eu sa part de tous les événements qui se sont écoulés depuis nos origines les plus lointaines. C'est, en quelque sorte, le livre d'or de notre berceau : il relate les périodes heureuses et malheureuses, les fluctuations de l'existence d'un peuple.

Mais comment doit-on écrire l'histoire communale?

L'histoire d'une commune doit indiquer d'abord sa situation actuelle à plusieurs points de vue : on doit y trouver la description de la population et de son état moral, de l'état de santé, de l'instruction, de la vicinalité, de l'habitation, de l'agriculture avec les procédés modernes employés, comme les engrais chimiques, pour restituer au sol ce que la suite des siècles l'a forcé de rendre. Viennent ensuite les mœurs et les coutumes de nos ancêtres, qu'il ne faut pas négliger, car dans les temps actuels tout, dans les mœurs, disparait très vite.

L'histoire des temps primitifs de la population d'une localité est loin d'être facile à établir, car les archives nationales, départementales et communales sont muettes pour les périodes antérieures au x^{e} siècle. Cependant, pour combler cette lacune, nous avons le sol qui, comme les minutes d'un notaire, renferme avec un soin jaloux l'histoire des temps passés; les fouilles faites, avec soin, nous donnent des documents qui sont souvent de beaucoup préférables aux traditions, celles-ci étant, la plupart du temps, faussées dans un but d'intérêt particulier par ceux qui dominaient autrefois le pays.

Le Moyen Age. — Pourquoi existe-t-il alors des documents sur le Moyen Age? La raison en est bien simple : c'est que les Seigneurs ont eu soin, pour conserver les prérogatives qu'ils s'étaient attribuées, de relater ces droits par des écrits, lesquels ont eu leur valeur pendant des siècles.

Si cette période autoritaire fut dure à supporter pour nos populations rurales, en revanche, on doit quand même le reconnaître, elle a laissé des souvenirs artistiques qu'il serait malheureux de voir disparaître : on doit, au contraire, s'efforcer de les conserver par tous les moyens possibles; c'est, en effet, l'histoire d'une nation.

Du XV^e^ au XVIII^e^ siècle. — L'histoire du XV^e^ au XVIII^e^ siècle nous montre le défaut de stabilité : guerres de rivalité avec l'Angleterre, guerres religieuses de la Ligue et de la Fronde; c'est lors de ces deux dernières guerres que nous voyons apparaître les syndicats.

Les troupes mercenaires, payées par les partis, venaient-elles piller nos paysans, dès qu'elles avaient fait une réquisition, nos paysans se syndiquaient afin de pouvoir emprunter, à des taux souvent onéreux, la somme demandée par l'ennemi ; celui-ci, en échange, laissait alors un peu de répit pour l'ensemencement et la moisson, bien maigre sans doute.

Au commencement du XVII^e^ siècle, nous voyons un mouvement particulier se produire : la bourgeoisie, sentant le bien-être amené par la paix qui commence à renaître, veut vivre mieux. Alors une poussée se produit d'où résulte la plantation de la vigne à outrance. Des édits royaux interviennent cependant, défendant de mettre de la vigne dans les terrains susceptibles de produire un bon blé; mais comme c'était la bourgeoisie qui faisait planter, les sous-intendants de province, d'accord avec elle, fermaient les yeux et ces édits restèrent lettre morte.

La Révolution. — Les événements de la période révolutionnaire ne sont pas moins intéressants à relever; malheureusement, une partie des archives de cette époque a disparu, sur une sorte de mot d'ordre donné dans toutes les communes.

L'enthousiasme de la jeunesse pour les enrôlements volontaires ne peut être passé sous silence.

Certaines familles possèdent seules encore quelques documents sur cette période.

Je citerai, comme preuve, les ordres du jour de la place de Givet : l'état-major passé à l'ennemi ; le volontaire, parti en culotte à jarretières et en sabots, sait néanmoins faire son devoir. Des lettres de ces soldats de l'armée de Sambre-et-Meuse, recueillies par nous, montrent à quel point ils avaient l'amour de la patrie.

La monographie communale atteint ensuite la période de l'Empire et des invasions que nos populations de l'Est eurent à subir.

Puis viennent : la Restauration avec ce concours si curieux de Missions qui changèrent complètement l'état d'esprit des populations ; puis les événements locaux des révolutions de 1830 et de 1848; la période contemporaine avec les faits émotionnants et douloureux de la guerre de 1870 ; enfin, le revirement produit ensuite en faveur de l'instruction primaire laïque.

Au point de vue naturel, les monographies doivent comprendre aussi la description de la constitution du sol, aux points de vue géologique et paléontologique : on peut la déterminer assez facilement avec un peu de soin.

De telles monographies, d'après mes remarques personnelles, se conservent précieusement dans les familles, et le comte de Marsy m'écrivait avant sa mort :

Quand toutes les communes de France auront leur monographie, l'histoire de France sera bien faite.

M. Pierre LARUE

Ingénieur agronome (Auxerre).

SEMAINES D'ENTRAINEMENT DANS LES UNIVERSITÉS

— 4 août —

La discipline large des Facultés permet de tenter les études supérieures tout en exerçant une profession ou n'habitant pas les centres universitaires.

Les dispensés d'assiduité sont assez nombreux particulièrement dans les Facultés des Sciences où l'on peut sérier les certificats et les facultés de droit qui ne comportent pas des travaux pratiques.

La catégorie des étudiants d'âge mûr a tendance à devenir plus importante. Ce sont surtout des anciens élèves de grandes écoles ou d'écoles spéciales qui viennent à la Faculté compléter leur instruction sur l'une ou l'autre des branches nombreuses dont on amorce l'étude dans les écoles du gouvernement.

Nous estimons qu'il y a lieu de favoriser ces étudiants. Il leur a souvent fallu attendre d'avoir gagné leur vie pour se permettre les études supérieures. Ce sont des esprits sérieux et qui apportent, dans la spécialité où ils entrent, des notions d'à côté susceptibles de lui faire réaliser de grands progrès. C'est l'introduction du microscope du minéralogiste dans le cabinet du médecin qui permit à Pasteur de rendre les plus grands services à l'humanité.

A l'heure actuelle, on se contente, le plus souvent, d'accorder une dispense d'assiduité aux étudiants de la catégorie que nous envisageons. Ce n'est pas suffisant.

A la Faculté de droit de Toulouse, existent des conférences mensuelles pour les fonctionnaires inscrits et qui n'habitent pas la ville. On leur rembourse même, dans certains cas, le trajet en chemin de fer. On pourrait faire mieux en organisant une semaine d'entrainement lors de chaque inscription, soit quatre fois en huit mois et ne pas réserver ces faveurs aux fonctionnaires.

Pendant cette semaine qui pourrait compter huit jours en y comprenant les deux dimanches, les étudiants suivraient les cours normaux et pren-

draient part aux travaux pratiques. On ferait coïncider les excursions avec les dimanches.

En outre, chaque jour, une conférence serait faite pour synthétiser les travaux du trimestre écoulé et donner des indications utiles pour travailler seul.

Quelques heures par jour seraient laissées libres pour compléter les cours magistraux sur les notes d'autres étudiants et les documents mis à leur disposition par les professeurs. Deux séances supplémentaires de travaux pratiques ou des *séminaires* d'enseignement mutuel compléteraient l'effet de ces semaines d'entrainement.

La durée d'une semaine présente des avantages matériels. Il est d'usage courant de louer une chambre à la semaine à un prix bien plus avantageux qu'à la journée.

Le séjour entraînant au moins dix repas, on peut se munir du minimum de dix cachets au restaurant.

Ces avantages économiques ne sont pas à dédaigner puisqu'ils s'adressent à des étudiants peu fortunés et parfois pères de famille qui auront encore à leur charge les frais de Faculté, de chemin de fer et des achats de livres plus importants que pour les étudiants réguliers.

S'il est permis d'appuyer cette proposition par un exemple, nous signalerons que nous avons opéré nous-même par *semaines d'entraînement* pour nos études de droit et surtout de géologie.

Le système a d'ailleurs été envisagé comme pratique par M. Hauriou l'éminent doyen de la Faculté de droit de Toulouse qui l'a proposé dans son dernier rapport au Conseil de l'Université.

En conséquence, je propose à la section de pédagogie d'émettre le vœu :

Que des semaines, dites d'entraînement, soient organisées à l'occasion des inscriptions semi-mensuelles pour les étudiants majeurs qui ne peuvent habiter la ville universitaire ou suivre régulièrement les cours.

M. Paul DESNOYERS

Professeur de calligraphie (Paris).

L'ÉCRITURE, SON INFLUENCE SUR LES DÉFORMATIONS SCOLAIRES ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ATTENTION.

— 8 août —

Les hygiénistes ont pensé, avec raison, qu'ils pourraient trouver dans l'éducateur la collaboration la plus précieuse. Ils se sont donc tournés tout naturellement vers l'instituteur et tous les perfectionnements à apporter à son école ont été soigneusement discutés et arrêtés. C'est fort bien, mais

qu'a-t-on fait pour répondre à tous ces *desiderata* si pleinement justifiés?

Permettez-moi de constater avec vous qu'il n'a pas été fait grand chose pour donner satisfaction aux hygiénistes, et je désespère de voir la réalisation des beaux projets qui, pour voir le jour, exigeraient un surcroît de dépenses qu'on ne peut demander à notre budget de l'Instruction publique, déja si surchargé. Les écoles sont construites avec plus de luxe et de confortable, mais les classes qui, d'après le vœu émis au Congrès d'Upsal (Suède), devraient donner à chaque écolier un cube d'air d'environ 7 mètres, ne peuvent leur en donner qu'une moyenne de trois, et il n'est pas rare de voir cinquante enfants entassés dans une classe, où il ne devrait y en avoir que vingt. Quant aux tables, elles sont, dans les écoles nouvelles, un peu plus coquettes qu'il y a cinquante ans, mais elles sont encore loin de donner satisfaction aux orthopédistes, dont on s'est bien gardé, du reste, de demander l'avis.

Cela démontre, une fois de plus, qu'il ne faut pas compter sur les autres et que chacun de nous doit suppléer, par son initiative, son savoir et son intelligence à l'impuissance des pouvoirs publics à réaliser les améliorations désirables, faute de ressources.

Il ne faut pas non plus suivre à la légère, les avis et les conseils venus de gens non qualifiés, qui traitent des questions aussi sérieuses que celles de l'éducation et de la santé des écoliers.

Les enfants se tiennent mal pour écrire, il y en a même qui deviennent myopes ou scoliotiques, se sont dit quelques gens qui n'en avaient pas étudié les causes ou qui les avaient mal étudiées ; cela pourrait bien provenir de l'écriture penchée : voici le remède universel, faisons faire de l'écriture droite à nos écoliers et ils seront à l'abri de tous les maux.

Et voilà comment l'écriture droite a été introduite dans les écoles de l'État.

Naturellement, tous les partisans et les propagateurs de cette réforme ignoraient l'histoire de l'écriture et ne se doutaient pas que l'écriture droite était celle des peuples primitifs et, qu'en la reprenant, ils revenaient quatre siècles en arrière. Ils savaient encore moins que les plaintes des hygiénistes d'autrefois n'avaient plus leur raison d'être aujourd'hui, puisque la mauvaise attitude, objet de leur plainte, provenait de la position du papier, laissé droit comme pour l'écriture droite, ce qui imprimait forcément un mouvement de torsion à la colonne vertébrale. Il existe encore des méthodes d'écriture penchée et des plus répandues qui conseillent cette attitude.

Je n'ai pas besoin de dire que ces méthodes fantaisistes ne sont pas faites par des spécialistes ; leurs auteurs ne sont ni des calligraphes, ni des professeurs d'écriture et encore moins des orthopédistes. Il est à remarquer que pour faire une méthode d'écriture, il n'est pas nécessaire de savoir écrire. Nous

verrons, tout à l'heure, que les auteurs des méthodes d'écriture droite ou penchée sont ceux qui écrivent le plus mal et qu'ils ne se sont pas plus préoccupés du mécanisme qu'il fallait employer pour éviter la fatigue musculaire, que des mouvements qui facilitaient le plus l'écriture. Et ces méthodes mauvaises et même meurtrières ont, sans aucun contrôle, libre accès dans les écoles de l'État, malgré les vœux du Congrès de la protection de l'enfancc.

Voici treize ans que les membres du jury d'hygiène de l'exposition universelle de Bordeaux ont affirmé, dans leur rapport, que notre méthode d'écriture penchée mettait les enfants à l'abri des déformations ; or, toutes les méthodes d'écriture penchée pourraient être établies sur les mêmes bases. Cependant, il est pénible de constater que l'enseignement libre a seul profité de cet avertissement et que les enfants des écoles publiques ne peuvent pas lutter à armes égales avec ceux des établissements qui leur font concurrence. Quand un commerçant demande un petit employé, il choisit de préférence celui qui écrit le mieux et en écriture penchée, parce qu'elle est plus rapide et plus lisible que l'écriture droite.

Tout cela prouve, une fois de plus, que cette branche de l'enseignement manque absolument de direction. Si les instituteurs avaient été mis au courant des expérience que firent, sur un enfant nu, un de nos meilleurs médecins qui composaient le jury de l'hygiène, à Bordeaux, ils n'auraient pas cherché, treize ans plus tard, dans l'écriture droite, un remède aux déformations.

Ce recours à l'écriture droite, pour redresser les colonnes vertébrales, en supposant que l'écriture penchée soit aussi coupable qu'on veut bien le croire, serait quelque chose d'excessif au dire de certains optimistes :

Vous avouerez, disent-ils, que les enfants n'écrivent pas toute la journée et que, pendant les autres exercices, ils peuvent prendre des attitudes vicieuses. Il peut y avoir beaucoup d'autres causes dans la production de la scoliose, de la myopie, etc. Si l'écriture penchée permet à un enfant de mieux se tirer d'affaires dans la vie, il faut quand même la lui donner. Le violoniste sait bien qu'il se déforme en jouant de son instrument, mais il sait aussi qu'il ne pourra pas bien jouer s'il ne fait pas les contorsions qu'exige la manière de bien tenir son violon.

N'y a-t-il pas un peu de vrai dans ce raisonnement, et ces dangers de déformations ne peuvent-ils pas être écartés par une bonne gymnastique réparatrice qui concilierait tout.

A propos d'une communication faite par le Dr Péchin, au Congrès d'ophtalmologie du 6 mai 1908, le Dr Rolland, de Toulouse, s'exprime ainsi :

Les documents et les faits que M. Péchin nous apporte, nous serviront à combattre ceux qui s'efforcent de vulgariser que l'écriture penchée est la cause de la myopie, de la cyphose, de la scoliose et que l'écriture droite est une panacée contre les méfaits individuels et sociaux de l'attitude vicieuse. L'écriture

penchée avec le papier incliné, ne provoque pas plus l'attitude vicieuse et la myopie que l'écriture droite.

Le Dr Rolland reconnait que la défectuosité du matériel scolaire que l'enfant est obligé de subir, est plus coupable que l'écriture qu'il ne fait pas pendant toute la durée de la classe. Au lieu de dire à chaque instant à l'enfant qui lit, écrit de trop près, tordu, dévié : *Tiens-toi droit*, les parents devraient remplacer cette formule stérile par : *Allons demander au médecin ce que valent tes yeux, ta table, ta chaise.*

Si le Dr Rolland avait assisté aux expériences que j'ai faites sur les deux écritures dans nos meilleures milieux scientifiques, il pourrait affirmer, comme moi, que l'écriture droite est un contresens d'hygiène scolaire et que ceux qui la préconisent au nom de l'hygiène commettent la plus grosse erreur.

L'écriture droite exige une fatigue musculaire beaucoup plus grande que l'écriture penchée. Il suffit d'observer les muscles qui sont mis en mouvement dans les deux écritures pour le comprendre.

Depuis deux ans environ que j'ai attiré, à plusieurs reprises, l'attention des intéressés sur la réputation imméritée de l'écriture penchée, je puis vous affirmer que la semence n'est pas tombée dans un terrain stérile. Nombre d'écoles, en France, qui l'avaient abandonnée l'ont reprise. Des conférences et des expériences ont été faites tout récemment sur ce même sujet, aussi bien par moi que par d'autres, elles ont eu de l'écho même à l'étranger, et je lisais dernièrement, dans un journal américain, que le Dr Maxwell se voyait obligé d'interdire l'usage de l'écriture droite dans les écoles de New-York, dont il est le surintendant. C'est pour arriver à ce même résultat que la ligue de l'écriture nationale, composée des meilleurs médecins pris en grande partie dans le corps médical de la Chambre et du Sénat, a été fondée à Paris. Elle poursuit des études expérimentales qui amèneront assurément très prochainement les pouvoirs publics à prendre la même mesure qu'à New-York.

Je veux également fixer votre attention sur les bienfaits d'une bonne écriture. Vous le savez, l'écriture est très négligée dans les écoles, cela tient à ce que, d'abord, les programmes, beaucoup trop surchargés, ne laissent que peu de temps pour l'écriture et, enfin, souvent à ce que les enfants quittent l'école sans avoir jamais vu un modèle bien fait; ils ont été exercés d'après un modèle tracé au tableau noir. C'est la plus mauvaise méthode, l'élève lisant le modèle et ne le regardant plus et, tous les ans son nouveau maitre lui montre une nouvelle écriture, puisqu'il est constant qu'il n'y a pas deux hommes ayant la même écriture. On peut donc certifier que l'abandon du cahier modèle est la principale cause de l'abaissement du niveau de l'écriture en France.

Si vous voulez que les écoliers écrivent bien, placez sous leurs yeux un

modèle bien fait à chaque séance d'écriture. Ce modèle les suivra de classe en classe et finira par se graver dans leur mémoire. Il ne faut pas perdre de vue que nous sommes des imitateurs et que nous sommes portés à copier ce qui se présente souvent à nos yeux. Il n'y a qu'avec l'emploi du cahier modèle qu'on pourra donner une bonne écriture aux écoliers, surtout s'il est fait par un spécialiste en écriture, calligraphe de profession.

On ne saurait trop s'appliquer à donner une bonne écriture aux enfants. Bien qu'il faille nous garder d'en faire des bureaucrates, si nous voulons leur bonheur, quel que soit le métier ou la profession qu'ils exerceront, leur belle écriture pourra souvent leur être d'une grande utilité.

Un inspecteur général de l'enseignement m'amenait un jour son fils, qui préparait le concours du ministère de l'Instruction publique et avait déjà échoué une fois à cause de sa mauvaise écriture.

Les jeunes gens, me dit-il, n'attachent pas suffisamment d'importance à l'écriture et vous voyez qu'ils en sont parfois victimes. Ils se figurent que parce que Napoléon Ier écrivait mal, tous ceux qui écrivent bien sont des crétins et ils se font gloire de leur défaut.

Raisonnement sans valeur, mais il n'en est pas moins vrai que, suivant certains, celui qui a une bonne écriture est presque digne de mépris.

Pour que le jeune homme en question modifiât son opinion à l'égard de ceux qui écrivent bien, je lui montrai les palmarès des distributions de prix des écoles où je professais : le père aussi bien que le fils furent surpris de voir que les lauréats du prix d'écriture étaient ceux qui étaient le plus souvent nommés.

Napoléon Ier écrivait mal, leur dis-je, aussi ses généraux le trahissaient, ne pouvant déchiffrer ses ordres ; ils faisaient le contraire de ce qu'il fallait faire. Henri Houssaye, dans son volume sur 1815, l'affirme pour le désastre de Waterloo qui, certainement eût été transformé en victoire, si le général Drouet d'Erlon avait pu lire l'ordre écrit par Napoléon.

D'ailleurs, Lamartine, Voltaire, Chateaubriand, Alexandre Dumas étaient des calligraphes, sans être précisément des imbéciles. Il est certain qu'un sujet intelligent peut plus facilement tout s'assimiler qu'un cerveau inférieur, et que s'il écrit mal, c'est que cet enseignement lui a été mal donné ; je généralise, bien entendu.

Fait à remarquer, l'élève qui écrit bien est, en général, appliqué, propre, ordonné, soigneux pour ses livres et pour ses cahiers, travaille avec méthode et continuité.

Le fait de soigner son écriture témoigne, *a priori*, chez la plupart des élèves, un esprit attentif, méthodique et consciencieux.

Sous le nom de « psychothérapie graphique », le Dr Bérillon a imaginé une méthode de traitement des maladies dans lesquelles la volonté est diminuée. Par des exercices d'écriture appliquée, il réalise promptement la rééducation de l'attention chez les neurasthéniques.

Si s'appliquer à écrire est utile à des malades, à plus forte raison on peut admettre que l'application contribuera à fortifier la volonté des normaux. Il n'est donc pas illogique de supposer que les exercices de calligraphie ou d'écriture appliquée donneront les résultats les plus favorables pour les écoliers.

En résumé, si nous voulons être prévoyants pour nos enfants, donnons leur une belle écriture ; mais choisissons avec soin la méthode sur laquelle ils s'exerceront. Il convient de ne pas oublier qu'une belle écriture ouvre bien des portes et que la France, pays du bon goût et des arts, doit conserver de par le monde, sa réputation de bien écrire (1).

(1) M. DESNOYERS a fait ensuite une expérience sur le mécanisme qu'exigent l'écriture droite et l'écriture penchée. La Section a reconnu que l'écriture droite est moins rapide et beaucoup plus fatigante que l'écriture penchée. Cette expérience a démontré également que l'écriture droite oblige un déplacement constant du coude droit, tandis que, pour l'écriture penchée, avec papier incliné, les coudes peuvent rester fixes. Cette stabilité des coudes est un avantage très grand en faveur de l'écriture penchée, puisqu'elle permet d'éviter les déviations vertébrales.

HYGIÈNE ET MÉDECINE PUBLIQUE

M. le Professeur ARLOING

Correspondant de l'Institut, Président.

ALLOCUTION

— 3 août —

MESSIEURS,

En déclarant ouverts les travaux de la 19e section, je remercie encore nos confrères du Congrès de Reims qui m'ont désigné pour présider la section au Congrès de Clermont-Ferrand.

J'estime très haut l'honneur qu'ils m'ont fait si je le compare à la place que l'hygiène a prise dans les préoccupations du jour.

A la création de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, l'Hygiène appartenait aux sciences médicales. Elle y jouait un rôle modeste et l'on ne prévoyait pas qu'à un moment cependant assez prochain, ce rôle grandirait au point de justifier la création, par elle, d'une section particulière.

Soyons reconnaissants à la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle qui émit un vœu en faveur de cette création.

Prenant ce vœu en considération, sur la proposition de M. Gariel, le Conseil de l'Association décida au Congrès de Rouen, en 1883, qu'un essai serait tenté. Immédiatement, on accorda une sous-section à l'hygiène.

Le succès fut complet. Aussi, au Congrès suivant tenu à Blois, en 1884, l'Assemblée générale, consultée, adopta la proposition du Conseil de créer dans le groupe 4 une nouvelle section, portant alors le numéro 17, et intitulée *Hygiène et Médecine publique.*

En rattachant la 17e section au groupe 4, dit des Sciences économiques, le Conseil a voulu marquer que l'hygiène allait ouvrir ses portes de manière à rapprocher, sous son nom, des hommes qui jusque-là avaient travaillé isolément et dont la collaboration était indipensable pour obtenir dans notre domaine des améliorations importantes.

L'hygiène ne serait plus, en quelque sorte, l'apanage des médecins. Elle réclamait le concours des architectes, des ingénieurs, des économistes, des administrateurs.

L'hygiène désormais ne sera plus seulement individuelle et publique,

elle s'enrichira d'un autre qualificatif, elle s'appellera aussi hygiène sociale.

Et nous savons si cette désignation a fait fortune !

Les membres du Conseil de l'année 1883 avaient une vision précise et exacte des besoins et de l'avenir de l'hygiène.

En effet, que voyons-nous dans cette enceinte, que lisons-nous à notre ordre du jour?

Nous voyons des ingénieurs, des architectes, des agronomes, des industriels que je suis heureux de saluer au nom des hygiénistes médecins et vétérinaires. Et nous lisons sur l'ordre du jour des questions qui peuvent certainement compter parmi les plus pressantes du moment, dont les solutions seront l'œuvre de toutes les spécialités représentées ici.

Actuellement, l'hygiène jouit de la faveur du public et du Gouvernement.

La voie dans laquelle est entré l'enseignement dans les Écoles et les Facultés de médecine, l'attention accordée à l'hygiène par le législateur, la campagne écrite et parlée menée par des propagandistes ardents ont conduit à ce résultat.

Cependant, si le public nous accorde sa sympathie par une sorte d'intuition, il est tenté de nous la retirer dès que nous lui demandons de s'imposer pour nous quelque gêne et quelque sacrifice.

La raison en est simple, à mon avis. L'éducation du public, sur le domaine de l'hygiène est presque entièrement à faire.

Faute de cette éducation, il ne peut apprécier exactement le sacrifice qu'il doit faire et le bénéfice qu'il retirera en échange.

Notre rôle est donc double.

En même temps que nous inspirerons au législateur des dispositions nouvelles d'où nous attendons un bienfait au point de vue de l'hygiène publique ou sociale, nous devons contribuer, dans la mesure de nos forces, à préparer l'opinion à accepter ces dispositions et à s'y soumettre.

Sur le terrain de l'hygiène plus que sur tout autre peut-être, le progrès exige la collaboration de l'administrateur et de l'administré.

Ne nous bornons donc pas à travailler dans nos assises annuelles, dans nos chaires, dans nos chantiers, dans nos services, dans nos industries, semons en tout temps et en tous lieux la bonne parole. Soyons des missionnaires de l'hygiène.

Je terminerai en souhaitant que le succès le plus vif récompense nos efforts.

MM. A. CALMETTE et E. ROLANTS

Institut Pasteur (Lille).

ROLE DE LA FOSSE SEPTIQUE (SEPTIC TANK) DANS L'ÉPURATION BIOLOGIQUE DES EAUX D'ÉGOUT

— 3 août —

Le rôle que remplissent les fosses septiques dans l'épuration biologique des eaux d'égout est encore très discuté. Certains auteurs, particulièrement *P. Vincey* (1) et *S. K. Dzerszgowski* (2), estiment qu'elles se bornent à assurer une décantatation convenable des matières organiques et minérales en suspension, et qu'elles ne font ainsi qu'éviter le trop rapide colmatage des lits bactériens. D'autres, plus nombreux *(Cameroun, G. Fowler, J. Watson, Dunbar, Thumm, W. Favre)* et parmi lesquels nous nous plaçons résolûment, affirment que ces fosses sont le siège de réactions de désintégration des matières organiques, aboutissant à la dissolution ou à la gazéification d'une importante proportion de celles-ci.

Dans le présent mémoire, nous nous proposons d'établir l'existence et l'importance de ces réactions de désintégration.

Les expériences sur lesquelles *S. K. Dzerszgowski* base son opinion contraire à la nôtre ont été exécutées à *Tsarskoé-Selo*, sur les eaux d'égout provenant de la maison des gardiens du palais impérial, où habitent environ trois cents personnes. La fosse septique de cette installation, construite d'après le type des septic tanks anglais, a une capacité de $40^{m3},243$ sur $8^{m},464$ de longueur, $2^{m},406$ de largeur et $1^{m},98$ de profondeur. Elle est munie de deux chicanes de surface et couverte d'une voûte en ciment armé.

Disons tout de suite que cette disposition est très défectueuse, car dans une fosse d'aussi faibles dimensions les deux chicanes de surface, sans chicane de fond, obligent le courant à balayer constamment devant lui les matières fines qui tendent à se précipiter ; elles empêchent ainsi leur dépôt de s'effectuer et les substances putrescibles échappent dès lors aux actions fermentatives qui n'ont pas le temps de s'établir.

Pendant une première période de trois cent huit jours, cette fosse a reçu 10.400 mètres cubes d'eau d'égout et, au bout de ce temps, les boues du fond et celles de surface contenaient 710 kilogrammes de matières organiques et 286 kilogrammes de matières minérales. Elles occupaient 19,8 0/0 de la capacité initiale.

(1) P. Vincey : *Bull. de la Soc. d'encouragement pour l'industrie nationale,* déc. 1907.

(2) Dzersgowski : *Arch. des Sciences biologiques,* Saint-Pétersbourg, 1907, n° 1.

En hiver la température de l'eau oscillait entre + 9 et + 6 degrés : pendant l'été elle atteignait au maximum + 11°,6.

La fosse recevait non seulement les matières de vidange et les eaux-vannes ménagères, mais encore les eaux résiduaires de buanderie. Or c'est encore là une condition très défavorable au bon fonctionnement d'une fosse septique d'aussi faible capacité, à cause des apports très irréguliers des liquides fortement alcalins qui proviennent du lavage du linge et des pertubations que ces apports souvent brusques produisent dans les fermentations anaérobies.

Pendant une seconde période de six cent soixante-deux jours, le débit moyen journalier de la fosse fut de $39^{m3},507$ litres. Il s'y déposa 1.132 kilogrammes de matières organiques et 109 kilogrammes de matières minérales. Une partie de ces dernières provenaient de ce que l'on avait dû réparer la couverture en ciment et de ce qu'une partie des gravats était tombée dans le liquide.

Les analyses montrèrent :

1° Que chaque litre d'égout perd, en traversant la fosse, $28^{mgr},87$ de matières organiques, $4^{mgr},93$ d'azote organique, et s'enrichit de $4^{mgr},30$ d'ammoniaque ;

2° Que $134^{gr},4$ de matières organiques seulement, soit 0,014 0/0, sont désintégrées à l'état gazeux dans la fosse, la totalité du surplus se retrouvant dans l'effluent.

Ces chiffres ne sauraient être discutés. Ils prouvent que la fosse de *Tsarskoé-Sélo* fonctionne dans des conditions défectueuses, mais ils ne justifient pas la conclusion générale qu'en tire *Dzerszgowski*, à savoir que « la fosse septique ne fait subir que des modifications peu notables aux matières polluant les eaux d'égout, et que leur principal rôle est de séparer les particules organiques en suspension ».

Dans une fosse septique en bonne marche, convenablement et régulièrement alimentée comme celle de la station expérimentale du professeur *Dunbar*, à Hambourg, *W. Favre* (1) a parfaitement démontré qu'au contraire les matières organiques y sont plus ou moins rapidement désintégrées suivant leur nature. Nous avons répété la plupart de ses expériences avec les mêmes résultats. En expérimentant séparément avec de l'albumine d'œuf coagulé, de la viande crue ou cuite, des graisses, du papier, etc. placés dans des récipients en toile métallique et immergés, les uns dans la fosse septique, d'autres dans de l'eau d'égout stagnante, d'autres encore dans de l'eau courante, W. Favre a déterminé les pertes de poids que subissaient ces diverses substances en des temps variables et à la même température (16 à 17 degrés).

Il a constaté ainsi qu'en six semaines 100 grammes d'albumine d'œuf cuite ne

(1) W. FAVRE, *Gesundheits Ingenieur*, 1907.

laissent plus qu'un gramme de résidu dans la fosse septique, tandis qu'il en restait 76 grammes dans l'eau d'égout stagnante et 88 grammes dans l'eau courante.

Déjà, après trois semaines 75 0/0 de l'albumine avait disparu.

La viande crue, et plus encore la viande cuite augmentent d'abord de poids par absorption d'eau. Elles se corrodent ensuite et se dissolvent. En trois semaines, dans la fosse septique, la viande crue perd 49 0/0 de son poids ; en six semaines, 96 0/0. Dans l'eau stagnante, le changement d'état est beaucoup plus lent ; la perte n'est que de 15 0/0 en six semaines. Dans l'eau courante, la désagrégation ne commence à s'effectuer qu'après quinze jours pour la viande crue, après trois semaines pour la viande cuite.

La chair de poisson plus altérable, disparaît totalement en deux semaines. Les animaux entiers (pigeon) sont très énergiquement attaqués dans leurs parties albumineuses, mais la graisse de leur revêtement cutané les protège assez longtemps contre la putréfaction.

D'une manière générale, les albuminoïdes, notamment les collagènes et la kératine, se dissolvent avec une grande rapidité. Même les substances qu'on pourrait croire très résistantes, comme les cartilages et les tendons, perdent en cinq semaines, les premiers 99 0/0, les seconds 65 0/0 de leur poids. La laine et les plumes se décomposent aussi : dans le même temps, la perte de poids fut de de 50 0/0.

Le cuir de bœuf tanné reste inaltéré. Les graisses sont particulièrement résistantes, mais elles finissent à la longue par se dédoubler partiellement en acides gras et en glycérine.

Les hydrates de carbone ou les corps riches en hydrates de carbone (choux, pommes de terre) se décomposent dans la fosse septique avec la plus grande facilité. Une demi-tête de chou cru pesant 675 grammes et une demi-tête de chou cuit pesant 835 grammes ont été à peu près entierement dissous en six semaines (99 et 99,5 0/0).

La cellulose (toile de lin, corde, papier) est également désintégrée. Une corde de chanvre, après cinq semaines de séjour en fosse septique, ne pouvait plus résister sans se rompre à un effort de traction de 15 grammes, tandis que d'autres morceaux de la même corde restés le même temps dans l'eau d'égout stagnante ou dans l'eau courante supportait encore des poids de *12 kilogrammes*.

Le papier de journal commence à se dissoudre après trois semaines en dégageant des bulles de gaz. Dans l'eau stagnante et dans l'eau courante, il se ramollit mais ne subit aucun changement appréciable.

Par contre, les bouchons de liège demeurent constamment intacts jusqu'après six semaines d'observation.

On voit donc que, dans des conditions favorables de température et de milieu, les fosses septiques désintègrent avec énergie une foule de substances et les actions microbiennes qui s'y exercent sont évidemment plus puissantes sur de fines particules de matières organiques que sur les matières volumineuses expérimentées comme il a été dit ci-dessus,

Le retard considérable que subit la décomposition de ces mêmes matières dans l'eau *stagnante* est apparemment dû à l'accumulation excessive des secrétions microbiennes qui ne tardent pas à gêner les actions diastasiques et la multiplication des microbes eux-mêmes. Dans l'eau *courante*, le

retard encore plus marqué s'explique par ce fait que les microbes et surtout leurs sécrétions diastasiques n'ont pas le temps d'agir, étant constamment balayés et entraînés, sauf dans les surfaces anfractueuses où l'influence des courants se fait moins sentir.

Il ne faudrait évidemment pas tirer des expériences si démonstratives de *W. Favre* ni des nôtres cette conclusion que les fosses septiques finissent par dissoudre en totalité les matières putrescibles que leur apportent les eaux d'égout. Inévitablement un certain nombre de substances organiques échappent à leur action. C'est ainsi que, comme l'ont montré *Kammann*, *Graf* et *Korn*, les feuilles de thé, les peaux de fruits cuits, le marc de café, le bois restent à peu près inaltérés après deux mois de séjour.

D'autre part, toutes les matières aisément solubilisables ne se dissolvent pas avec assez de rapidité pour compenser l'importance des nouveaux apports. Ceux-ci finissent toujours par être en excès, de sorte que, pour éviter une trop grande diminution de la capacité volumétrique des fosses, il devient nécessaire d'évacuer de temps en temps une partie des boues qui s'y accumulent.

Les quantités de boues qu'on se trouve ainsi obligé d'enlever sont évidemment variables suivant la composition moyenne des eaux d'égout. Lorsque celles-ci contiennent une forte proportion de matières minérales (argile par exemple) les dragages devront être plus fréquents. Ils seront, en tous cas, d'autant plus rares que les matières minérales seront moins abondantes et que l'apport moyen journalier des substances organiques putrescibles permettra aux fermentations de s'y accomplir avec plus de régularité.

Nous aurions voulu, dans nos expériences de la station expérimentale de la Madeleine, pouvoir montrer d'une façon précise la destinée des matières en suspension dans les eaux d'égout. Théoriquement, il eût dû suffire de déterminer chaque jour la quantité de matières déversées dans la fosse septique, puis, après un certain temps, extraire tous les dépôts boueux accumulés dans la fosse et les peser : la comparaison des nombres ainsi obtenus eût fourni la mesure du travail accompli dans les fosses. Pratiquement, cette expérience est impossible sur un assez grand volume comme celui sur lequel nous devions opérer (300 mètres cubes).

On peut obtenir assez facilement un échantillon moyen de l'eau brute si l'on ne considère que les matières dissoutes ; au contraire, pour les matières en suspension, il est extrêmement difficile de réaliser un mélange homogène dans le bassin d'échantillonnage avec des matières de densités aussi variables, et l'on ne saurait prétendre que les quelques litres, servant aux analyses, représentent réellement une moyenne journalière.

D'autre part, le dragage d'une fosse d'une contenance de 260 mètres cubes et ayant une superficie de près de 100 mètres carrés, demande le

concours de plusieurs ouvriers pendant quelques jours. Suivant l'habileté de l'ouvrier, les boues extraites entraînent plus ou moins d'eau. Les échantillons, même prélevés en très grand nombre, varient donc considérablement de composition. On ne peut obtenir que des nombres approximatifs suceptibles, il est vrai, de nous renseigner utilement sur l'importance des dragages et sur l'étendue des espaces nécessaires pour l'égouttage des boues, mais ces chiffres ne peuvent, en aucune manière, être invoqués pour l'établissement d'un bilan du travail des fosses septiques.

Nous avons pensé que la comparaison de la composition des boues contenues dans les eaux brutes (boues fraîches) avec celles extraites de la fosse septique présenterait un caractère plus scientifique, serait plus démonstrative et nous permettrait, en conséquence, de tirer quelques conclusions d'une exactitude plus satisfaisante.

A cet effet, nous avons recueilli chaque jour, du 8 janvier au 30 juin 1908, par décantation de l'eau brute, un échantillon moyen des boues entraînées par cette eau. Chacun de ces échantillons, séché à 110 degrés, a été conservé dans des flacons bien bouchés. Puis, le 1er juillet suivant, nous avons fait draguer celle de nos deux fosses septiques qui nous servait à l'expérience et nous avons prélevé, en même temps, méthodiquement de l'entrée à la sortie de cette fosse, vingt-quatre échantillons de boues qui ont été également séchés à 110 degrés et placés dans des flacons bien bouchés.

Dans tous ces échantillons, on a dosé les matières volatiles au rouge, les matières fixes au rouge, l'azote, le carbone et les matières grasses. Les méthodes de dosage utilisées sont celles que l'un de nous a décrites dans le premier supplément au troisième volumes de nos *Recherches sur l'épuration des eaux d'égout* (1).

Ne pouvant rapporter ici tous les nombres obtenus, nous en résumons les résultats dans le tableau suivant qui indique les moyennes, les minima et les maxima.

Composition centésimale de boues fraîches de la Madeleine.

	Matières volatiles au rouge.	Matières fixes au rouge.	Azote.	Carbone.	Matières grasses.
	%	%	%	%	%
Moyenne. . .	45,80	54,20	2,04	27,94	13,82
Minimum . .	40,55	48,45	1,51	19,40	9,08
Maximum . .	51,55	59,45	2,54	36,62	20,30
Proportion pour cent dans les matières volatiles au rouge;			4,45	61,00	

(1) Masson, éditeur, 1908.

Composition des boues de la fosse septique.

	Matières volatiles au rouge.	Matières fixes au rouge.	Azote.	Carbone.	Matières grasses.
	%	%	%	%	%
Moyenne. . .	32,56	67,44	1,34	19,50	7,96
Minimum . .	28,43	64,94	1,23	15,25	7,12
Maximum . .	35,06	71,57	1,56	21,30	8,80
Proportion pour cent dans les matières volatiles au rouge :			4,79	59,92	

On voit que la composition des boues est considérablement modifiée par leur séjour dans la fosse septique. Interprétons d'ailleurs quelques-uns de ces chiffres :

Matières volatiles au rouge.— On admet généralement que la détermination de ces matières indique, dans une certaine mesure, la proportion des substances organiques. Les calculs étant établis sur les mêmes matières sont, à tout le moins, comparables. On peut supposer, d'autre part, que la matière minérale des boues (fixe au rouge) n'a pas sensiblement changé.

Puisque 100 grammes de nos boues fraîches (à l'état sec) contenaient en moyenne 54,20 0/0 de matières fixes au rouge, alors que 100 grammes des boues fermentées (à l'état sec) en contenaient 67,44, il en résulte que ces dernières proviennent de $\frac{67,44 \times 100}{54,20} = 124^{gr},4$ de boues fraîches. Les boues fermentées ont donc subi une perte de poids de $124^{gr},4$ (boues fraîches) — 100 grammes (boues fermentées) $= 24^{gr},4$ ou 19,61 0/0 ; c'est-à-dire que les boues ont perdu pendant leur séjour dans la fosse environ 20 0/0 de leur poids, ou 42,81 0/0 de leur matière organique (1).

Azote et carbone. — Le séjour des boues en fosse septique fait tomber à 34,81 0/0 la proportion d'azote et de 30,21 0/0 celle du carbone. Mais, dans les matières volatiles au rouge, le taux pour cent d'azote et de carbone *avant* et *après* séjour en fosse septique varie peu : il semble donc que la matière organique qui échappe aux actions de fermentation est d'une composition analogue à celle qui a disparu, et on peut supposer qu'avec le temps, le taux de matières organiques fermentées augmenterait encore.

Matières grasses. — Nous avons vu plus haut, que les matières grasses sont très résistantes aux actions microbiennes. Cela est surtout vrai, lorsque ces matières sont artificiellement immergées dans le liquides des fosses septiques. Par contre, lorsqu'elles peuvent flotter à la surface et s'oxyder au contact de l'air, elles disparaissent en grande partie. D'après nos analyses, leur taux a diminué de 42,41 0/0.

Outre ces phénomènes de dissolution dont on ne peut nier l'importance,

(1) En admettant que la perte au rouge représente les matières organiques, on ne tient pas compte de la décomposition de certains composés minéraux tels que les carbonates. Cette cause d'erreur est plus importante pour les boues de la fosse septique qui contiennent davantage de matière minérale que les boues fraîches. On doit donc considérer les nombres calculés ci-dessus comme des minima.

il est facile de constater qu'une fosse septique en bonne marche est toujours le siège de dégagements gazeux, attestant que la matière organique y subit une désintégration plus ou moins complète. Certains de ces gaz, en particulier l'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré se dissolvent en proportions variables suivant la température et la pression barométrique dans le liquide de la fosse. Ce qui ne peut y être dissous se dégage dans l'atmosphère, et les bouillonnements que l'on perçoit à la surface sont, en général, intermittents, parce que dans la profondeur de la fosse les gaz s'accumulent sous des amas de boues et y forment des poches qui ne se crèvent brusquement que lorsque leur tension est suffisante pour vaincre la pression du liquide sus-jacent.

Pour mesurer les quantités respectives de gaz dégagées dans les diverses parties de notre fosse septique, de l'entrée à la sortie, nous y avons immergé une cloche cylindrique de un mètre carré de surface et de un mètre de hauteur, à la partie supérieure de laquelle était disposé un robinet communiquant avec un compteur au moyen d'un tube de caoutchouc. Les indications du compteur étaient relevées chaque jour. Elles nous permettaient de calculer en litres les volumes de gaz dégagés par mètre carré de surface liquide.

Ces volumes variaient par mètre carré et par jour, de 210 litres au voisinage de l'entrée des eaux dans la fosse à 40 litres seulement près de la sortie. La moyenne journalière pour toute la fosse de 260 mètres cubes de capacité était de $11^{m3},137$ litres.

Le volume total mesuré du 8 janvier au 30 juin 1908 fut de 1.938 mètres cubes, soit, en chiffres ronds, 2.000 mètres cubes, pour six mois.

La composition de ces gaz est également très variable, comme le montre le tableau ci-après qui résume un grand nombre d'analyses :

	Acide carbonique.	Méthane.	Hydrogène.	Azote.
	%	%	%	%
Moyenne	4,5	47,8	22,9	24,8
Minimum.	3,0	37,5	16,2	10,5
Maximum.	6,6	59,3	32,8	32,3

Il faut y ajouter de très petites quantités d'hydrogène sulfuré (maximum 4 0/00) de mercaptan et d'autres gaz odorants.

La plus grande partie de l'acide carbonique formé reste en dissolution dans l'eau. Mais si l'on considère la teneur en méthane, on peut calculer approximativement la proportion de matière organique qui a été désintégrée et gazéifiée, en utilisant pour ce calcul les formules hypothétiques suivantes :

1° Pour l'albumine :

Albumine. Eau. Azote. Méthane. Acide carbonique. Hydrogène.

$$4\overline{C^8H^{13}Az^2O^3} + 14\overline{H^2O} = 4\overline{Az^2} + 19\overline{CH^4} + 13\overline{CO^2} + 4\overline{H}$$

D'après cette formule, un litre de méthane est produit par $1^{gr},7$ d'albumine.

2° Pour la cellulose :

$$\underset{\text{Cellulose.}}{C^{12}H^{20}O^{10}} + \underset{\text{Eau.}}{2H^2O} = \underset{\text{Méthane.}}{6CH^4} + \underset{\text{Acide carbonique.}}{6CO^2}$$

D'après cette formule, un litre de méthane est produit par $2^{gr},44$ de cellulose.

Partant de ces données nous pouvons estimer le poids de matière organique gazéifiée dans notre fosse :

Les 2.000 mètres cubes de gaz dégagés pendant la période d'expérience contiennent 47,8 0/0 de méthane ou 956 mètres cubes, provenant soit de :

$$956 \times 1,7 = 1.625^{kg},2 \text{ d'albumine}$$

soit de : $956 \times 2,44 = 2.352^{kg},6$ de cellulose.

Ces nombres, assurément inférieurs à la réalité, puisqu'il n'est tenu compte ni des pertes, ni des gaz dissous, ni des désintégrations gazeuses qui ne forment pas de méthane, mais seulement de l'acide carbonique ou de l'hydrogène, montrent assez clairement que les actions de désintégration en fosse septique ont une importance considérable.

Nous ne saurions donc en aucune manière souscrire aux conclusions de *Dzerszgowski* citées au commencement de ce travail, non plus qu'à celles de *M. Vincey*, lorsqu'il déclare que « les fosses septiques paraissent surtout travailler mécaniquement à la manière de simples bassins de décantation. »

Il est incontestable que la fermentation septique permet de dissoudre une grande partie (de 30 à 50 0/0) des matières organiques charriées en état de suspension par les eaux d'égout.

L'expérience montre, en outre, que celles de ces matières qui restent inattaquées sont difficilement putrescibles : il en résulte que les boues de fosses septiques sont extraordinairement inoffensives pour l'odorat ; que leur faible altérabilité facilite leur manutention ; qu'enfin, on peut, sans inconvénients, tolérer leur déversement intermittent dans les fleuves ou les cours d'eau à grand débit.

M. B. BEZAULT

Ingénieur Sanitaire (Paris).

DU ROLE DE LA FOSSE SEPTIQUE DANS L'ÉPURATION BIOLOGIQUE

— 3 août —

L'épuration biologique intensive qui, de plus en plus, tend à remplacer les autres modes d'épuration des eaux d'égouts, rencontre encore, malgré

les résultats incontestables obtenus dans de multiples installations, des adversaires irréductibles.

Les filtres bactériens qui constituent, en quelque sorte, un champ d'épandage idéal et qui, d'autre part, ont souvent leur emploi à la suite d'une précipitation chimique, ne sont guère contestés; ils ont l'appui relatif des partisans des systèmes détrônés. Les controverses s'appliquent surtout à la fosse septique. Il n'est donc pas superflu de bien définir et d'approfondir, en la circonstance, le rôle de la fosse septique.

A mon avis, les désaccords proviennent de ce que, généralement, on ne connait pas bien les conditions à prescrire suivant les cas, pour l'établissement et le fonctionnement des fosses septiques et les opinions sont faites après des expériences utilisant des dispositifs défectueux.

Ainsi, en ce qui concerne l'épuration des eaux d'égouts de villes, certaines installations et non des moindres, dont on cite les résultats, comportent des fosses septiques constituées par d'anciens bassins de décantation, pour précipitation chimique, tels qu'à Manchester, Birmingham, Accrington, Salisbury, etc. En Allemagne, on baptise le plus souvent du nom de fosses septiques de semblables bassins de décantation. La plupart des installations faites dans ce pays sont dans le même cas, entre autres, celle de Wilmersdorf, la plus importante de toutes.

En France, où l'on tient à reconnaitre comme l'inventeur de la fosse septique le Français Mouras, on en arrive à ne plus faire de différence entre la fosse traitant les matières sous l'habitation et la fosse placée au point terminus d'un égout traitant les eaux usées d'une ville.

Les désaccords proviennent encore, comme nous le verrons plus loin, du mode de prélèvement des échantillons en vue de l'analyse, et quelquefois de l'interprétation des résultats.

Enfin, une autre raison peut être invoquée; certains fervents du procédé bactérien n'ont pas craint d'annoncer comme travail des fosses septiques des bilans d'une épuration tellement avancée, qu'il a été impossible de l'obtenir dans la pratique. Alors, comme il arrive toujours en pareil cas, les désillusions ont contribué à grossir les arguments des adversaires. A force de renchérir, on en est arrivé à perdre de vue le véritable rôle de la fosse septique qui est de désintégrer la matière organique, de la simplifier, de la solubiliser, de transformer l'azote albuminoïde en azote ammoniacal et rien de plus.

On a considéré la fosse seule comme appareil épurateur, certains ont voulu voir des nitrates dans l'effluent et, devant les résultats qui prouvaient seulement la solubilisation, on a conclu que le travail de la fosse était minime.

Revenons donc au seul rôle de la fosse septique comme agent de solubilisation, et voyons si elle le remplit d'une manière satisfaisante.

J'avais l'intention de ne parler ici que de l'efficacité de la fosse septique en général, mais devant l'importance que prend actuellement, en France, la question des petites fosses appliquées à l'habitation, j'en parlerai avec quelques détails.

Fosses septiques traitant des eaux d'égouts. — L'efficacité des fosses appliquées à l'épuration des eaux d'égouts étant encore mise en doute, particulièrement en France et en Allemagne, je pourrais, ce qui constituerait sans doute le meilleur des arguments, citer les résultats de nombreuses et importantes installations assurant des services réguliers depuis plusieurs années ; je me contenterai de rappeler les faits les plus récents. Il est vrai qu'il faut, pour cela, aller à l'étranger, notre littérature sur ce sujet étant assez pauvre.

Le professeur *Dunbar*, à Hambourg, qui, il y a quatre ans, déclarait que la fosse ne constituait pas un facteur essentiel du procédé biologique, avoue aujourd'hui que la fosse septique est *de la plus grande utilité*. Il déclare que le traitement est indubitablement une sérieuse préparation du « sewage » pour l'épuration définitive qu'elle réduit considérablement les boues qui sont alors imputrescibles et n'absorbent pas l'eau.

M. F. Clowes, chimiste de la ville de Londres, dans un rapport paru dans le *Times*, en octobre dernier, déclarait notamment :

> Il a été généralement trouvé avantageux de faire subir à l'eau d'égout un traitement préliminaire par un passage lent à travers des septic tanks, avant de les envoyer sur les filtres; ceci pour produire un liquide d'une qualité moyenne et pour effectuer, en plus, dans une grande proportion, la liquéfaction des matières organiques...

La Commission Royale du *Local Government Board* dans un rapport très détaillé sur les résultats obtenus dans un grand nombre d'installations, a relaté l'efficacité du rôle de la fosse septique,

Aux États-Unis, à Columbus, l'ingénieur Johnson a dirigé des expériences rigoureusement contrôlées, à la suite desquelles l'adoption des fosses septiques a été décidée.

La ville de Baltimore a commencé, il y a quelque temps déjà, les travaux d'une installation comprenant fosses septiques et filtres bactériens pour traiter le sewage d'environ un million de personnes, soit un volume journalier de 300.000 mètres cubes.

D'ailleurs, comme j'ai eu l'occasion de le rappeler au dernier Congrès International d'Hygiène à Berlin, la solubilisation et transformation de la matière organique ne se produisent-elles pas journellement dans la nature? N'est-il pas légitime de supposer qu'en favorisant le développement des travailleurs, les microbes, on obtiendra un rendement maximum ?

La réalité de phénomènes analogues est aujourd'hui bien démontrée par d'éminents savants, entre autres par les travaux de *Déhérain*, qui a prouvé la putréfaction du fumier par fermentation anaérobie due aux microbes ; par *Van Thiegem* et *Prasmowsky* qui ont trouvé les ferments de la cellulose, par *Winogradsky*, avec la fermentation des glucoses par les bactéries anaérobies ; enfin, par les travaux remarquables de *Schlœsing* et de *Muntz*,

démontrant que la destruction de certaines matières était possible par les micro-organismes. Faut-il, en terminant, rappeler les célèbres théories de Pasteur sur la fermentation ?

Comme on le voit, si l'épuration biologique en France n'en est qu'à ses débuts, ce n'est pas la faute de nos savants; les Anglais, plus pratiques, ont su, depuis longtemps, bénéficier de leurs découvertes, tandis que les oppositions, les difficultés de toutes sortes que nous rencontrons chez nous font que nous sommes souvent les derniers à en profiter.

L'action réelle de solubilisation en fosse septique est prouvée par la diminution de l'azote organique, par l'augmentation de l'azote ammoniacal et de certaines matières minérales, la chaux, les chlorures ; elle est encore prouvée par la gazéification intense dont on constate les effets à la surface des liquides.

Peut-on objecter que le séjour dans les fosses n'est pas suffisant? Les Anglais, d'après l'ingénieur Cameron, ont fixé dans les *septic tanks* un séjour de vingt-quatre heures en moyenne, après avoir constaté qu'il était plutôt nuisible qu'utile, pour l'oxydation ultérieure, de pousser plus loin la production d'ammoniaque. Mais il faut comprendre que ce séjour s'entend pour les liquides et non pour les matières solides.

Une question sur laquelle les hygiénistes ne sont pas encore d'accord, est celle relative à la couverture des fosses. A mon avis, la fosse fermée, à l'abri de l'air, de la lumière et surtout des intempéries, est le siège de fermentations beaucoup plus actives ; le prix de la couverture qui peut être faite économiquement, ne doit pas entrer en ligne de compte. La fosse ouverte, en dehors d'une action moins efficace, présente divers inconvénients ; elle favorise l'éclosion de nombreux insectes et moustiques qui peuvent propager des maladies infectieuses. Tel est également l'avis de la Commission Royale du « Sewage » en Angleterre. Entre les deux dispositifs, il y a un moyen terme que je conseille particulièrement comme en ayant constaté, par expérience, les excellents effets, dans plusieurs installations. Il s'agit de disposer sur la couverture de larges ouvertures garnies d'une grille et d'un tamis. Dans une fosse ainsi disposée, la croûte de surface formée par des matières organiques, des substances grasses, contient de l'oxygène ; cela permet de la faire désagréger avec avantage par les colonies aérobies auxquelles on peut ajouter les larves, les infusoires, vers et insectes de toutes sortes. D'autre part, il est aussi démontré que les diastases ou ferments solubles agissent en même temps que les microbes, mais on sait également que leur pouvoir est beaucoup diminué par la lumière et l'air, il y a donc intérêt à les abriter, au moins en très grande partie, et on aurait tort de compter, pour cela, sur la croûte de surface qui, dans les fosses ouvertes, est constamment désagrégée par les intempéries.

Si l'efficacité de la fosse septique est réelle, il ne faudrait pas en conclure qu'on doit uniformément en recommander l'emploi dans tous les cas ; il y a certaines eaux d'égouts, telles que celles qui contiennent une forte proportion de matières minérales, peu de matières organiques, pas de matières fécales, pour lesquelles il sera avantageux de les envoyer après décantation directement sur les filtres bactériens. J'ai démontré la réalité de ce fait dans une installation exécutée pour la ville de Tourcoing qui comportait une simple décantation rationnelle et un filtre percolateur.

Comme je le disais au début, des erreurs peuvent provenir du mode et de l'interprétation des analyses. En effet, il est constant que, dans la prise d'échantillon d'eau brute à l'entrée, on évite les matières solides, on ne prend ni papier, ni feuillage ou excrément de quelque grosseur ; il n'en est pas moins vrai que ces matières rentrent dans la fosse septique pour y subir la désagrégation moléculaire, en modifiant ainsi la composition des liquides. Dans la prise d'échantillon à la sortie, il n'y a plus de matières à éviter, on opère sur l'eau telle quelle. L'erreur faite ainsi par les prélèvements est si flagrante qu'il arrive parfois que la teneur en matières dissoutes est moindre à la sortie qu'à l'entrée.

Certains adversaires de la fosse septique ont voulu crier victoire en constatant que les fosses septiques produisaient des boues. Comme s'il était possible de solubiliser les matières minérales qui entrent malgré tout dans les fosses et enferment, au milieu d'elles, une certaine proportion de matières organiques que les microbes ne peuvent guère attaquer !

Il faut avouer enfin qu'on n'observe pas toujours pour le fonctionnement les conditions prescrites même les plus élémentaires. On ne nettoie pas régulièrement le bassin de décantation placé à l'entrée ; quelquefois même, on projette la matière décantée dans la fosse, lui demandant ainsi de solubiliser des matières minérales.

Fosses septiques appliquées aux habitations. — Passons maintenant à la fosse septique placée sous l'habitation et traitant directement les matières aussitôt après leur excrétion. Auparavant, je me permettrai de faire un petit historique de la question.

L'envoi à l'égout des matières excrémentielles s'est posé légalement, pour la première fois en France, lors de l'établissement du *tout à l'égout* pour la ville de Paris.

Par arrêté du Préfet de la Seine, en date du 25 octobre 1882, une Commission fut nommée, comprenant quarante membres, parmi lesquels se trouvaient les hygiénistes les plus éminents, entre autres les docteurs Brouardel, Napias, Vallin, Proust, etc. La Commission fit des investigations de toutes sortes, notamment à Londres, Bruxelles, Berlin. Des discussions assez vives eurent lieu pour savoir si on pouvait sans danger envoyer les matières excrémentielles à l'égout ; finalement, la majorité fut d'avis que si ces matières renfermaient parfois des virus de maladies infectieuses, souvent assez mal définis, sous la forme de mycelium, ces virus étaient *détruits ou atténués par l'oxygène* de l'air, toujours abondant dans les égouts et surtout par *la fermentation qui s'y produit inévitablement*.

Ce dernier point, comme on peut en juger aujourd'hui, était en concordance avec l'avenir de la fosse septique. Mais ce qui nous intéresse le plus ici, c'est le rapport d'une sous-commission chargée de faire des expériences sur la vidangeuse automatique de Mouras qui venait de faire son apparition et dont les mérites étaient vantés par l'abbé Moigno, directeur du journal *Le Cosmos*. M. Marié-Davy opéra à l'Observatoire de Montsouris avec un appareil cubant 500 litres, à l'usage de quatre personnes et recevant chaque jour 200 litres d'eau. Le résultat des expériences fut tel que la vidangeuse automatique compta, à partir de ce moment, un adversaire acharné de plus. Il est certain que si M. Marié-Davy avait connu les principes de l'épuration biologique, il n'aurait pas opéré de la sorte, ne laissant pas le temps aux matières de subir même un commencement de fermentation. D'ailleurs, le docteur E. Vallin, dans une note sur les vidangeuses automatiques, avoue plus tard *(Revue d'Hygiène 1892)* :

« L'on comprend qu'après de telles expériences, qui, toutefois, nous paraissent aujourd'hui un peu suspectes, nous ayons été très réservés, pour ne pas dire sévères, dans le jugement à porter sur les vidangeuses automatiques. »

Cependant, les vidangeuses automatiques furent mises en pratique dans différentes villes, principalement dans le midi de la France. A Bordeaux, on reconnut vite que les fosses Mouras présentaient certains inconvénients et, sur un rapport de MM. Lande et Mauriac, au Conseil Central d'Hygiène de la Gironde, certaines modifications furent décidées. Il y est dit et répété, après Mouras, que la condition *sine qua non* du système est l'absence de toute communication avec l'air extérieur.

Dans un rapport paru dans le *Génie Sanitaire*, n° 11, deuxième année, relatant les résultats d'une trentaine de ces fosses, M. Ch. Blarez, chimiste, professeur à la Faculté, et M. Gérard, ingénieur en chef de la ville, mettent en doute l'action des anaérobies en faisant remarquer que les tuyaux de chute apportent fréquemment de l'eau avec de l'oxygène dissous qui devrait gêner les anaérobies.

Vous voyez que nous sommes encore loin des principes de l'épuration biologique conseillée par Cameron.

M. le docteur Vallin, sur ces mêmes expériences, déclare, dans sa communication de 1892 : « Qu'en général, les vidangeuses de Mouras, à Bordeaux, ne contiennent *pas trace d'hydrogène sulfuré et seulement de faibles quantités d'ammoniaque*. On ne peut pas mieux dire que ces fosses ne faisaient subir aucune désagrégation aux matières. Il était aussi d'avis qu'il était préférable de conduire toutes les eaux pluviales dans les fosses. En tout cas, MM. Gérard et Blarez concluaient en disant que les liquides des fosses expérimentées pouvaient être *admis sans inconvénient dans les égouts de la ville* ».

Vers la même époque, en 1890, le professeur Pagliani, de Rome, eut l'idée d'adopter les vidangeuses automatiques et de diriger l'effluent sur des filtres garnis de tourbe. Cette disposition avait pour but de désodoriser l'effluent et aussi de récupérer, dans la tourbe, un engrais très riche en azote. Cela permit de remarquer, en outre, que les liquides filtrés n'avaient plus, pour ainsi dire, de tendance à la putréfaction, ayant atteint un degré d'épuration très avancé.

On n'entendit plus guère parler des fosses Mouras, elles étaient abandonnées un peu partout, lorsque survint l'apparition du *septic tank system*, mis en pratique d'abord, à Exeter. Dès le début, je me rendis compte des difficultés que rencontrerait l'application du système complet (fosses et filtres), auprès des municipalités. Partout, je me suis heurté à ce même état de choses ; il y a peu

ou pas d'égouts et pas assez d'eau pour employer *le tout à l'égout* avec chasses. Il fallait proposer un système économique d'envoi à l'égout; j'imaginai une fosse septique, de dimensions réduites, en rapport avec le nombre d'habitants et qui, à l'encontre de la fosse Mouras, est *en communication permanente avec l'air extérieur*. Cet appareil avait déjà reçu de nombreuses applications lorsque certains services administratifs voulurent en interdire l'emploi en prétextant que le déversement des eaux-vannes dans les égouts n'était autorisé que si les matières suffisamment diluées n'avaient subi aucun commencement de fermentation (ce qui, en passant, est contraire aux idées émises par la Grande Commission d'Assainissement de Paris). Il serait, au surplus, bien difficile, si non impossible, de prouver que les matières ont subi ou non un commencement de fermentation. La question fut portée devant le Conseil d'hygiène publique du département de la Seine; les discussions, qui eurent lieu, sont suggestives à divers points de vue et les objections faites ne sont pas toujours d'accord avec les principes scientifiques connus sur l'épuration biologique.

On reproche même aux fosses septiques d'être un *tout à l'égout déguisé* employé par les propriétaires pour éviter de payer la taxe de déversement. Ainsi, il ne s'agit plus d'une question hygiénique, mais bien d'une question économique. Quant à dire que l'effluent des fosses septiques est dangereux pour la vie des égoutiers, c'est là une grave erreur qui consiste à prétendre que les liquides et matières ayant déjà subi des transformations qui les ont simplifiés, qui ont laissé échapper au moins une partie de leurs produits nocifs sont plus dangereux que les liquides et matières fraîches qui vont fatalement entrer en fermentation en dégageant des gaz dans l'égout.

M. le docteur Roux, directeur de l'Institut Pasteur fit heureusement remarquer qu'il ne fallait pas confondre les installations d'épuration complète, comportant des filtres bactériens avec ces petites fosses septiques et qu'il n'y avait pas d'inconvénient à envoyer l'effluent de celles-ci dans les égouts, lorsque ceux-ci recevaient déjà les produits du *tout à l'égout*. D'ailleurs, ceux qui veulent proscrire la fosse septique n'admettent-ils pas journellement des installations de *tinettes filtrantes* dont l'effluent est, au moins, autant, sinon plus nocif que celui des fosses septiques?

Le Préfet de la Seine ayant prié le Conseil d'hygiène de faire une étude approfondie, une commission spéciale fut nommée. Le rapporteur, M. Laveran, savant, dont les travaux sont admirés de tous, après avoir passé en revue les différents systèmes préconisés, proposa des conclusions tendant d'abord à conseiller de généraliser l'emploi du *tout à l'égout* et, en attendant, à accepter ou tolérer les fosses septiques dans les conditions suivantes :

1° Lorsque l'effluent est rejeté dans un égout allant à l'épuration sur champs d'épandage;

2° Lorsque l'égout va à la rivière, il y aura lieu de placer un filtre intermédiaire;

3° Lorsqu'il n'y a pas d'égout, on enverra l'effluent, soit directement en épandage, soit dans le sol après passage sur un filtre bactérien.

Ces conditions semblent très raisonnables; pourtant, le Préfet dut être embarrassé, car il demanda, de nouveau, au Conseil de préciser et, dans la séance du 19 juin dernier, sur avis du rapporteur, le Conseil spécifia les conditions à remplir pour les appareils qui seraient de nouveau soumis à l'examen de l'Administration, J'ajoute que, sur un rapport de M. Bonjean, le Conseil supérieur d'hygiène de France, dans sa séance du 4 novembre 1907, a admis des conclusions

analogues à celles du Conseil de la Seine. Telle est, actuellement, l'exacte situation de la petite fosse septique devant les autorités compétentes. On le voit, elle n'est pas interdite comme le proclament, depuis quelques années, certains hygiénistes.

Par l'exposé que je viens de faire, par les nombreuses contradictions relevées, on peut se rendre compte que le véritable rôle de la fosse septique est encore bien peu connu en France.

Dans le rapport de M. Laveran il est dit :

Le seul résultat pratique obtenu par l'emploi des fosses septiques est la désagrégation ou la liquéfaction des matières solides, résultat qui a, d'ailleurs, son importance.

Eh bien, si les fosses donnent ce résultat, elles remplissent leur rôle, il ne faut pas leur demander autre chose. Il est dit ensuite que les fosses n'assurent pas l'épuration. Cela est vrai, je le répète, au sens strict et absolu du mot, mais il faut convenir qu'il y a au moins une action accomplie qui permet et facilite ultérieurement l'épuration.

En effet, que se passe-t-il dans une fosse septique bien conçue? Sous l'attaque des bactéries, les matières organiques complexes sont réduites en corps plus simples, certaines matières sont liquéfiées, d'autres gazéifiées, l'azote albuminoïde est transformé en azote ammoniacal ; il se produit une régression de la matière, les albuminoïdes sont hydratés, et finalement les matières sont rendues sous forme beaucoup plus facilement oxydable. Il est impossible pratiquement de minéraliser l'azote organique sans le faire passer par le terme ammoniacal. Oméliansky n'a-t-il pas démontré que, d'une façon pratique, les microbes seuls pouvaient faire passer l'azote albuminoïde en azote ammoniacal? Tout ceci constitue donc bien indiscutablement une phase de l'épuration biologique.

Les filtres bactériens ne travaillent bien qu'à la condition de traiter des liquides, qui ont subi, au préalable, l'action de la fosse septique, ce qui prouve indiscutablement l'utilité de cette dernière. Pour un bon rendement de l'action septique, il faut proportionner la capacité de la fosse, non pas seulement avec le volume des liquides et matières à traiter. J'insiste sur ce point pour lequel des erreurs sont propagées journellement, mais aussi *avec la nature de ces liquides*, et cela pour assurer le séjour nécessaire dans les milieux fermentescibles.

S'il s'agit d'eaux d'égouts de villes, généralement assez diluées et dont une partie de l'azote albuminoïde est déjà transformée en azote ammoniacal, par suite de la désagrégation mécanique facilitant l'action biologique, la capacité de la fosse doit être en moyenne égale à celle du volume journalier des eaux. Mais s'il s'agit d'une fosse septique traitant les matières presque immédiatement après leur excrétion, la capacité doit être environ égale au volume produit en une dizaine de jours.

Avec une fosse de capacité assez grande, la dilution, dès le début, est plus forte, ce qui permet l'ensemencement progressif, le taux de dilution

est assuré par l'apport supplémentaire de temps en temps, des eaux ménagères, eaux de lavage, bains, etc. De la sorte, les matières sont toujours suffisamment étendues d'eau.

Nous voyons, dès maintenant, la différence capitale qui existe entre une fosse septique du système *septic tank* des Anglais, où le séjour est de vingt-quatre heures, et une fosse septique traitant des matières presque aussitôt après leur excrétion.

Évacuation des gaz de la fermentation. — Pour sa vidangeuse automatique, Mouras exigeait l'absence absolue de communication avec l'air *(je demande au contraire, une libre communication avec l'air extérieur)*. L'inobservation d'une telle précaution, en outre qu'elle peut occasionner des accidents très graves, ralentit considérablement le travail biologique. En effet, les fermentations microbiennes et les combinaisons chimiques qui se produisent dans la fosse, dégagent des gaz, du méthane, de l'hydrogène sulfuré et autres ; ces gaz s'élèvent au-dessus de la surface des liquides, là, ils se compriment en s'accumulant, s'il n'y a pas de sortie libre. A un moment donné, lorsque la concentration est assez forte, ces gaz font, par pression, évacuer les zones de surface jusqu'à l'orifice de sortie en entraînant des matières non solubilisées. Il en résulte un arrêt dans la solubilisation et de plus, les gaz comprimés contribuent à augmenter la toxicité du milieu. Les microbes sont dans un milieu tellement concentré en gaz toxiques qu'ils ne peuvent plus guère se développer et faire un travail utile. Comme les êtres supérieurs, ils ne peuvent vivre au milieu de leurs déjections accumulées.

Particulièrement en ce qui concerne les petites fosses septiques applicables à l'habitation, il y a donc lieu d'assurer, d'une manière constante, le départ des gaz. Je sais bien que Mouras prétendait que sa fosse ne produisait pas de gaz et paraissait le démontrer dans une expérience où l'on voyait un ballon se dégonfler au-dessus de la fosse ; je sais bien qu'il existe encore aujourd'hui des hygiénistes qui soutiennent une pareille hérésie, et que certains ingénieurs préconisent des appareils sans libre évacuation de gaz. C'est là une grosse erreur, qu'il y a lieu de ne pas laisser propager, si on veut éviter de graves accidents du genre de celui arrivé encore dernièrement dans une rue de Montmartre, à Paris.

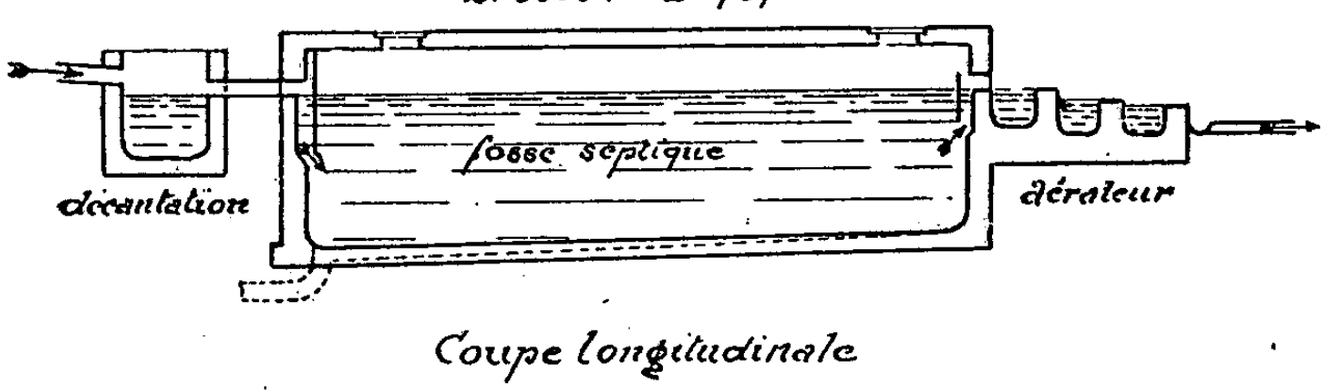
Matières flottantes formant couverture à la surface. — Mes expériences m'ont encore permis de constater un fait qui a son importance dans le travail de la fosse septique ; lorsque la croûte ou chapeau formé par les matières dépasse une certaine épaisseur, environ quarante centimètres, le pouvoir solubilisant se ralentit et la croûte continuant à grossir, la solubilisation est tout à fait arrêtée ; la fosse est vite remplie de matières solides. Pour remédier à cet envahissement de la croûte, il faut d'abord s'assurer si le degré de dilution des matières est normal, il faut ensuite prévoir des

fosses septiques, non pas seulement d'une capacité suffisante, mais aussi avec une superficie proportionnelle à la quantité des matières pouvant être amenées, c'est-à-dire correspondant au nombre d'habitants. J'ai trouvé, après diverses expériences, qu'en général il était bon de prévoir une surface de neuf décimètres carrés par habitant. Une fosse septique étant constituée en tenant compte des observations qui précèdent, doit assurer la dissolution des matières organiques d'une manière pour ainsi dire continue ; il ne sera nécessaire de la vidanger qu'à des intervalles très éloignés. Bien entendu, il ne faut pas croire, comme trop de gens se l'imaginent, que dans une fosse septique on peut impunément déverser la boîte à ordures, ou les résidus de fourneaux ou autres.

Avis contradictoire sur les fosses septiques. — Je ne voudrais pas être trop long, pourtant je dirai que si la question est encore si controversée de nos jours, cela tient aussi à ce que les personnes autorisées ont publié des avis souvent en contradiction les uns avec les autres et des résultats presque impossibles à obtenir. En effet, si nous prenons l'ouvrage le plus répandu en France, celui de M. le Dr Calmette, nous y voyons les mêmes faits cités dans les trois volumes et produisant respectivement des effets différents. Il y est dit notamment, tantôt qu'on peut envoyer les eaux pluviales dans les fosses, tantôt qu'on doit les exclure ; qu'il faut proscrire ces fosses et appareils analogues dans les villes, alors que les seules installations recommandées, comme exemples, sont celles placées dans des villes importantes.

Fosse Septique "Septic-Tank" de Cameron "

brevet N° 264570



Coupe longitudinale

La fosse septique de Cameron n'est pas décrite exactement. D'ailleurs. contrairement à ce qu'on croit généralement, le *septic tank* de Cameron ne se compose pas uniquement de la fosse, mais bien d'un ensemble de plusieurs organes : une décantation préalable, la fosse et une aération ; le tout bien fait pour atteindre le but poursuivi pour épurer par le procédé bactérien.

Au point de vue des effets bactériologiques de la putréfaction en fosse septique, M. Calmette nous dit que le vibrion cholérique et le bacille typhique n'y résistent pas même douze heures, mais que le bacille tuber-

culeux est plus résistant grâce à son enveloppe graisseuse. Voilà des déclarations graves sur lesquelles il y a lieu d'insister et qui mériteraient d'être confirmées par d'autres expériences. Je suis d'accord en cela avec les dires de nombreux savants étrangers et notamment avec ceux de la Commission Royale du *Sewage*, en Angleterre.

On voit que de telles déclarations, faites avec l'autorité et l'influence dont dispose M. Calmette, peuvent semer le doute et embrouiller la question.

Expériences de Tsarskoé-Selo. — M. D. K. Dzerszgowski a fait, ces temps derniers, à l'Académie impériale des Sciences à Saint-Pétersbourg, un rapport sur le rôle des fosses septiques. Je puis en parler en connaissance de cause, puisque mon correspondant de Saint-Pétersbourg s'est occupé de l'installation de Tsarskoé-Sélo où se trouve la fosse dont les résultats ont été suivis et analysés. M. Dzerszgowski a fait deux séries d'expériences : la première de décembre 1902 à octobre 1903, a duré 308 jours, la seconde d'octobre 1903 à août 1905, a duré 662 jours. Il s'agissait de traiter les produits usés des gardiens et du personnel du Palais environ 300 personnes,

> Dans la première expérience, la fosse septique d'une capacité d'environ 40 mètres cubes comportait un espace libre au-dessus de la surface des liquides, mais aucune issue pour les gaz de la fermentation, ce qui est nuisible, comme je viens de le dire. Dans la seconde expérience, la fosse septique fut modifiée, l'espace libre fut supprimé, un plancher formant couverture fut exécuté au ras de la surface liquide, de sorte que les gaz n'avaient même pas la possibilité de se dégager des liquides.
>
> Pour ces expériences, M. Dzerszgowski ne fit pas de différence entre les eaux d'égout de ville et celles contenant des matières fraîches. Il reconnut vite les inconvénients d'une telle manière de faire et fut obligé d'installer une sorte de tambour avec brassoire exécutant des tours rapides pour émietter les matières et faciliter ainsi le travail des fosses. Ce travail mécanique ne transformait pas l'azote organique en azote ammoniacal.

Pour les diverses raisons que je viens d'indiquer, les expériences de Tsarskoé-Sélo ne peuvent pas être opposées sérieusement aux arguments en faveur de la fosse septique. Pourtant, le rapport de M. Dzerszgowski est très intéressant à certains points de vue ; il renferme, entre autres, des critiques parfois sévères à l'adresse des expériences que vous connaissez tous, dirigées par le Dr Calmette à Lille, notamment en ce qui concerne le taux du carbone organique des matières. Il est dit, rappelant les tableaux d'analyses des pages 31 et 40 (Ier volume) :

> Ces taux du carbone organique sont absolument impossibles, car des matières organiques dont la teneur en carbone serait inférieure à 20 0/0, sont inadmissibles théoriquement et n'existent point effectivement dans la nature.

Je n'ai pas à interpréter cette opinion, M. Calmette, à qui elle s'adresse, s'en chargera beaucoup mieux que moi dans l'intérêt seul de la vérité scientifique.

Comme conclusion en faveur de la fosse septique, j'ajouterai aux arguments déjà fournis ceux du rapport de M. Bonjean, au Comité supérieur d'Hygiène de France, disant :

Évacué directement dans les égouts d'une ville, l'effluent des fosses septiques n'est pas plus contaminable que l'eau de tout à l'égout chargée elle-même de matières fécales fraîches... les fosses septiques complétées ou non par des systèmes efficaces d'oxydation peuvent rendre de signalés services... C'est éviter le transport et le contact répugnant et insalubre des matières fécales, c'est empêcher la contamination fécaloïde constante et directe du sous-sol des maisons, c'est préserver le puits souvent situé près de l'habitation : c'est, en résumé, contribuer au progrès de l'hygiène et à la protection de la santé publique.

En regard, je pourrais citer une expertise à laquelle participa notre dévoué secrétaire général, M. le Dr Desgrez, et dans laquelle il fut démontré que l'effluent des fosses septiques, passé par filtre bactérien ne, contaminait pas la nappe sous-jacente.

Malgré la Loi de 1853, qui interdit, d'une manière formelle en France, les fosses à fond perdu, il en existe encore 75 0/0 environ. Il n'est donc pas niable que la fosse septique constituerait une grande amélioration sur l'état de choses actuel. Vous voulez le *tout à l'égout direct*, c'est, en effet, très désirable dans les villes, mais vous n'ignorez pas que la plupart des villes sont et seront encore pendant longtemps, vu l'état des budgets, dans l'impossibilité de l'installer, par suite du manque d'eau et aussi par suite de la résistance des propriétaires, électeurs avec qui il faut compter.

D'autre part, les dispositifs de drainage et d'évacuation n'étant pas toujours, pour les liquides comme pour les gaz, d'une étanchéité rigoureuse ; l'idéal hygiénique ne serait-il pas de rendre inoffensifs tous les résidus de la vie avant leur sortie de l'habitation ?

Avec les fosses septiques, on supprime encore la propagation des mouches, moustiques, etc., agents de nombreuses contaminations. On supprime les graves dangers dus à l'épandage, comme engrais, des matières fécales.

Vouloir repousser ces appareils, c'est favoriser le maintien des fosses à fond perdu. J'espère que la question mieux étudiée, il n'en sera rien ; que, faute de mieux, vous accepterez le bien en vue d'une hygiène meilleure.

Discussion. — M. Gautrez (Clermont) montre d'une façon très claire la situation difficile des directeurs de bureaux d'hygiène, qui, comme lui, opposés en principe à l'adoption de ces petites fosses, voient souvent leurs avis non suivis par suite de la persuasion que les inventeurs de ces fosses communiquent aux pouvoirs publics. Il expose, en détail, tous les inconvénients qu'il a remarqués à l'emploi de ces fosses : non épuration, odeurs, difficulté d'assurer un bon fonctionnement, et surtout retard que leur généralisation apportera à l'adoption du tout à l'égout.

M. Calmette se déclare un adversaire résolu des fosses septiques dans les villes. La multiplication de ces fosses amènera des odeurs désagréables et malsaines. Il expose ses expériences sur la vitalité des germes infectieux dans ces fosses et dit que, contrairement à l'opinion de M. Bezault, les bacilles tuberculeux y résistent assez longtemps, tandis que les bacilles typhiques sont rapidement détruits. Par contre, il croit que la fosse septique peut être recommandée dans les campagnes, mais avec épuration complémentaire par irrigation, l'emploi de la fosse septique devant être complété par l'épuration par irrigation ou par lits bactériens. Il ajoute, comme l'avait fait M. Gautrez, que la multiplication des fosses septiques dans les villes serait un obstacle à l'établissement, si désirable, du tout à l'égout.

M. Bezault répond que les fosses septiques dégagent beaucoup moins d'odeurs que les fosses fixes actuelles, et, quand ces odeurs sont gênantes, c'est qu'il y a eu malfaçon dans la construction de ces fosses.

M. Tison (Reims) demande la définition de le fosse septique d'habitation et l'explication de son fonctionnement.

M. Rabieaux (délégué du Ministère de l'Agriculture, Paris) dit qu'il recommande l'emploi des fosses septiques dans les abattoirs publics; aussi voudrait-il savoir si l'on peut en espérer d'heureux résultats.

M. Arloing résume la discussion. Il y a un point acquis par tous, c'est la désintégration des matières organiques dans la fosse septique. Il cite des expériences qu'il a faites, venant à l'appui des déclarations du professeur Calmette, montrant que les bacilles typhiques sont détruits dans les liquides des fosses d'aisances. Pour les fosses septiques d'habitation, il résume les inconvénients signalés par MM. Gautrez et Calmette.

M. Calmette déclare que, bien qu'ils soient tardivement détruits dans les fosses septiques, les bacilles tuberculeux y sont néanmoins retenus, entraînés dans les boues du fond ou celles de la surface. Il rappelle que l'action de la fosse septique n'est que la préparation à l'épuration qui doit être effectuée soit par épandage, soit par lits bactériens. Il signale enfin les mauvais résultats que l'on obtient en déversant sur les lits bactériens des eaux très concentrées, très chargées en matières organiques ; il est indispensable qu'il y ait une dilution suffisante.

M. Rabieaux demande si l'on peut admettre les eaux pluviales dans les fosses septiques,

M. Calmette répond que cela peut avoir des inconvénients, si les quantités d'eaux pluviales sont trop abondantes. Il ne se dissimule pas que le problème de l'épuration des eaux d'abattoirs est un des plus difficiles à résoudre et signale l'installation qui est en construction à Lille pour le traitement des eaux des abattoirs et celles du quartier. Il explique alors, pour répondre à M. Tison, la fosse Mouras et les modifications apportées à cette fosse depuis son invention.

M. Vigenaud déclare que l'adoption et la généralisation des fosses septiques d'habitation seraient une très mauvaise solution hygiénique de l'évacuation des matières fécales.

M. Hocquart expose les essais de fosses septiques dans les casernes de Saint-Étienne, où on a constaté des dégagements intolérables de mauvaises odeurs. Il croit qu'il faut proscrire leur emploi dans le milieu militaire, où il y a trop d'irrégularités dans le fonctionnement et l'entretien de ces fosses.

M. Martel (Paris) revient sur la question des eaux résiduaires des abattoirs et appelle l'attention des spécialistes pour résoudre ces difficultés. M. Aureggio

parle sur le même sujet, et décrit les mauvaises installations du camp de Satonay.

M. HENROT (Reims) redit les principes de l'assainissement. Il faut donc épurer les eaux soit par épandage, soit par les procédés biologiques. Si ces derniers doivent être adoptés, il sera utile que les égouts soient du système séparatif. En tout cas, il déclare qu'il est partisan convaincu du tout à l'égout, mais avec épuration ultérieure des eaux souillées.

M. VAUDREY (Paris) demande que la question soit mise à l'ordre du jour du prochain Congrès de l'Association et que les inventeurs de fosses septiques soient invités à présenter des installations établies à Lille ou dans la région, faites selon leur système.

M. CALMETTE ne croit pas qu'une nouvelle discussion soit utile, discussion dans laquelle chacun apportera les mêmes arguments.

M. LE PRÉSIDENT est du même avis, bien qu'il pense qu'on peut attendre de nouveaux perfectionnements dus aux inventeurs.

MM. G. BILLARD et Ch. BRUYANT

Professeurs à l'École de Médecine (Clermont-Ferrand).

DU ROLE DES ALGUES VERTES DANS L'ÉPURATION DES EAUX

— 3 août —

Ces dernières années, notamment sous l'influence de M. Calmette, de Lille, de nombreux travaux ont mis en relief le rôle considérable des bactéries dans l'épuration biologique des eaux. Un rôle, secondaire sans doute, mais non pas négligeable, a été délaissé, c'est celui que jouent les algues vertes.

La question de l'épuration des eaux est, en effet, complexe. Duclaux l'a divisée, dans son traité de bactériologie, en deux chapitres : épuration des eaux d'égout, épuration des eaux potables. A quels caractères reconnaitra-t-on que les eaux d'égout sont épurées? A quels signes reconnaitra-t-on que les eaux potables sont pures? La réponse à ces deux questions nous est donnée par Duclaux : « Une eau d'égout sera donc épurée, lorsque le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote des substances qu'il contient auront pris respectivement les états d'acide carbonique, d'eau, de nitrate ou même d'azote gazeux (1). Quant aux eaux potables, Duclaux dit :

Les eaux assez pures pour nourrir des algues et des diatomées sont celles qu'on recherche partout.

Mais il ajoute :

Mais il ne faudrait pas en conclure que ce sont les algues et les diatomées qui purifient l'eau (2).

(1) E. DUCLAUX : *Traité de Microbiologie*, t. I, p. 509.

(2) E. DUCLAUX : *Loc. cit.*, p. 585.

A priori, il semble donc qu'il y ait un désaccord complet entre l'opinion de Duclaux et le titre même de notre communication, d'après lequel nous faisons intervenir les algues dans l'épuration des eaux. Nous espérons pouvoir démontrer que ce désaccord n'est que relatif, et qu'il émane d'une conception différente de la pureté des eaux.

L'impureté des eaux est fonction de la quantité des substances organiques dissoutes ou en suspension. Ces dernières se transforment sous l'influence des micro-organismes ou de leurs ferments en substances dissoutes. Les substances organiques dissoutes sont toxiques, et celles en suspension deviennent toxiques à leur tour en se dissolvant. De toutes les substances organiques contenues dans les eaux, les plus toxiques sont constituées par les albumines provenant du règne animal ; celles provenant du règne végétal sont habituellement considérées comme à peu près inoffensives. Tout le problème de l'épuration paraît donc résider dans la dislocation de la molécule d'albumine animale jusqu'aux corps simples ou inorganiques, eau, acide carbonique, nitrates, azote. Il faut en quelque sorte « minéraliser » les albuminoïdes pour que ceux-ci deviennent inoffensifs.

Nous croyons avoir condensé dans quelques expériences très simples et facilement réalisables le problème de l'épuration des eaux, depuis les eaux d'égout jusqu'aux eaux potables mêmes.

Lorsqu'on installe un poisson dans un aquarium à eau stagnante, celle-ci devient rapidement impure ; le poisson excrète ses déchets dans le milieu où il vit et ce milieu devient un véritable *égout* progressivement surchargé en débris organiques de nature animale, par conséquent très toxiques. Du reste, le prisonnier témoigne bientôt, par une agitation particulière et par une augmentation considérable dans le rythme respiratoire de ses opercules, que l'intoxication a commencé son œuvre. Bientôt il vient « piper » à la surface et si le milieu n'est pas changé l'animal ne tarde pas à mourir.

Quelles sont les causes de cette mort ?

De nombreuses conditions doivent être réalisées pour qu'un poisson ait une longue vie dans un aquarium à eau stagnante. Tout d'abord, les dimensions du récipient et le volume de l'eau qu'il contient doivent être en rapport avec la taille de l'animal.

D'après nos observations, le volume de l'eau est suffisant lorsqu'il permet au poisson de se mouvoir librement dans tous les sens. La surface d'aération doit être le plus large possible et la température de l'eau réglée d'après la résistance des espèces de poissons étudiés. Indépendamment de toutes ces conditions nécessaires à la survie, nous avons observé un fait qui les rend insuffisantes : les poissons placés dans l'eau stagnante aussitôt après leur capture meurent dans un délai très bref. Ils résistent, au contraire, beaucoup plus longtemps, lorsqu'ils ont subi un jeûne de plusieurs jours dans l'eau courante. Dans le premier cas, les excréments sont

très abondants et la survie est de deux jours environ ; dans le deuxième cas, ils sont en très faible quantité et la survie peut atteindre huit à dix jours.

Il n'est pas douteux que, dans les deux expériences, nos poissons meurent intoxiqués par leurs propres déchets. On ne peut pas douter non plus qu'une très riche flore microbienne se soit abondamment développée dans un milieu de culture aussi favorable. Cependant, l'activité des microbes n'a pas suffi à purifier l'eau de manière que les animaux puissent survivre. Elle n'a pas suffi même lorsque son œuvre de destruction a été réduite au minimum, c'est-à-dire dans les bacs où les poissons installés ont déjà subi *le jeûne préalable*.

On nous objectera peut-être que les microbes auraient accompli leur tâche, si deux facteurs très importants ne leur avaient manqué : le temps et l'espace. Dans une troisième expérience, laissons à nos microbes le temps d'agir ; par exemple, enlevons, d'un bac installé, le poisson qui vient de mourir et laissons la culture bactérienne faire son œuvre pendant un mois. Au bout de ce temps, un poisson bien vivant, placé dans ce même bac devrait survivre aussi longtemps que dans l'eau pure ; or, il n'en est rien, ce nouveau venu mourra beaucoup plus vite que son prédécesseur, c'est-à-dire en quelques heures.

Sans doute, si nous augmentons l'espace, arriverons-nous à obtenir un milieu où nos poissons pourront vivre indéfiniment, mais nous devrons alors réaliser un petit étang ou un petit lac !

Or, tout est simplifié si nous faisons intervenir les algues vertes, si nous faisons parachever par elles l'épuration bactérienne.

Après un « jeûne préalable » de cinq ou six jours, installons un poisson dans un de nos aquariums rempli d'eau pure, mais à laquelle nous ajoutons quelques centimètres cubes d'une culture d'algues en plein développement. Dans ce nouveau milieu, notre poisson survivra des mois. Ainsi, nous avons pu conserver cinq et six mois des cyprins, des chevennes, des goujons, des écrevisses, etc., sans jamais renouveler l'eau de nos aquariums.

Quelle est la part qui revient aux algues dans ces beaux résultats ? Étant donnée la toxicité particulière des albumines d'origine animale, nous envisagerons seulement leur dégradation sans nous préoccuper des substances ternaires et autres beaucoup moins intéressantes pour notre thèse. Comme dans le tube digestif des animaux, les albumines sont hydrolysées par des ferments, mais ici d'origine bactérienne ; nous pouvons les suivre à travers les mêmes étapes de transformation, c'est-à-dire albumoses, peptones, acides amidés. Toutefois, la dislocation est poussée beaucoup plus loin par les microbes qui par des dégradations successives aboutissent aux composés ammoniacaux, aux nitrites et enfin aux nitrates.

Si nous reproduisons nos premières expériences, c'est-à-dire celles où le poisson est placé dans l'eau pure, il n'est pas douteux que les microbes,

se multipliant aux dépens des déchets, dégraderont les albumines que ceux-ci contiennent. Mais dans les diverses étapes de la dégradation, nous trouvons des substances extrêmement toxiques et parmi elles surtout les composés ammoniacaux et les nitrites. Or, le poisson renouvelant constamment la provision d'albumines à transformer, il en résulte que l'eau reste constamment toxique et l'animal ne peut survivre. Il n'en est plus de même si ce milieu de culture a été ensemencé avec les algues vertes : les composés ammoniacaux, les nitrites, les nitrates seront utilisés par ces plantes pour leur développement, et les albumines progressivement *minéralisées* par les microbes redeviendront des albumines vivantes et non toxiques par l'action des algues vertes.

La démonstration de ces faits nous paraît être contenue dans les expériences suivantes : un poisson est placé dans l'eau pure ensemencée d'algues aussitôt après sa capture en rivière ; les excréments sont très abondants, l'eau devient trouble, opalescente ; l'animal meurt presque aussi vite que si le milieu n'avait pas été ensemencé avec les algues, et celles-ci ne se développent que plusieurs jours après la mort du poisson. Tout se passe comme si les microbes n'avaient pas eu le temps, par suite de l'abondance des matières, de transformer celles-ci et de préparer la nourriture des algues. Lorsque les matières sont au contraire peu abondantes, c'est-à-dire lorsque les poissons ont subi le jeûne préalable, on voit la culture d'algues évoluer presque dès le début, et les animaux survivent.

De nos recherches qui sont loin d'être complètes, et que nous poursuivons toujours, il nous paraît résulter que les algues jouent un rôle assez important dans l'épuration des eaux.

Peut-on dire cependant que nous sommes en contradiction formelle avec cette assertion de Duclaux :

> Il ne faudrait pas en conclure que ce sont les algues et les diatomées qui purifient l'air ?

Ainsi que nous l'avons déjà dit, ce désaccord est relatif et il provient d'une conception différente du critérium de la pureté des eaux. Pour nous, les eaux d'égout seront purifiées par les microbes, lorsque les algues vertes pourront s'y développer ; enfin, les eaux potables seront celles non pas où vivent les algues, mais où viennent de vivre les algues.

Nous n'insisterons pas ici dans cette étude sur le côté pratique résultant de nos recherches ; nous nous réservons de publier, par la suite, les faits que nous avons encore observés et que nous étudions.

Discussion. — M. CALMETTE dit qu'il a pu constater les phénomènes étudiés par MM. Billard et Bruyant.

M. E. GRASSET

Médecin en chef de l'Hôpital (Riom).

TRAVAUX D'HYGIÈNE DE LA VILLE DE RIOM. — EAU POTABLE

(

— 7 août —

En 1894, nous avons publié, le Dr Bouchereau et moi, une *Statistique médicale de Riom* (1). Dans ce travail, qui nous a valu une mention honorable de l'Académie de Médecine, nous avons étudié la climatologie, l'anthropologie, la démographie, l'hygiène et la nosographie de notre ville. Certains chapitres consacrés à l'eau d'alimentation et aux égouts contenaient quelques observations et certains desiderata. A cette date, simple médecin dans ma ville natale, je souhaitais de voir s'accomplir des améliorations, que je déclarais indispensables au nom de l'hygiène. Les circonstances ont permis d'entreprendre cette œuvre. Je n'ignore pas qu'en maintes régions, on pense et on dit que c'est une calamité de voir un médecin s'occuper des affaires publiques ; or, je me suis trouvé dans une situation critique, j'entends par là que les circonstances m'ont fait entrer au Conseil municipal et que j'ai eu à cœur d'entreprendre la réalisation des vœux que j'avais exprimés à titre privé. Chargé par mes fonctions de premier adjoint de l'hygiène publique, j'ai donné toute mon âme à cette question, et je ne veux retenir, quand je quitterai le « pouvoir », que la seule satisfaction d'avoir provoqué, décidé et réalisé tout le programme d'hygiène que je désirais voir accomplir.

La ville de Riom a une population qui, depuis une cinquantaine d'années, oscille entre dix-mille et onze mille habitants. Les eaux d'alimentation proviennent de sources qui jaillissent à Saint-Genest-l'Enfant, au bord d'une des extrémités d'une coulée de lave du puy de la Nugère. Les premiers travaux de captation et d'adduction remontent à 1645. Cette première conduite était défectueuse et, pour assurer un débit à peu près régulier, la ville perdait quantité d'eau au niveau des deux regards principaux (le Pérou et Saint-Paul). Plus tard (1833 et 1852), deux canalisations supplémentaires recueillirent l'eau abandonnée aux regards. Ces diverses canalisations étaient extrêmement défectueuses et, nullement imperméables, offraient de nombreuses chances de contamination.

Quant à l'eau elle-même, sa qualité était parfaite, non seulement au point de vue chimique, mais toutes les analyses bactériologiques, pratiquées à diverses époques et dans divers laboratoires, avaient donné les

(1) BOUCHEREAU et GRASSET : *Statistique médicale de la ville de Riom,* Ment. hon. de l'Acad. de Méd., 1894.

meilleurs résultats. Seuls les dangers de contamination, provenant d'une canalisation défectueuse, imposaient une réfection.

Parmi les desiderata que nous avions exposés figurait, à côté de la réfection de la canalisation des eaux, la création d'un réseau complet d'égouts. Riom avait jadis un réseau d'égouts aujourd'hui détruit ou abandonné; il résulte de cette situation déplorable que le sous-sol est fécalisé et qu'il y a urgence à entreprendre une réfection, ou, plus exactement, une création nouvelle d'un réseau d'égouts, comportant des chasses d'eau.

La réfection de la canalisation d'eau potable et la création d'un réseau d'égouts, réclamées en 1894, furent l'objet de l'attention des pouvoirs publics. La conviction du premier adjoint fut partagée par un maire d'une vive intelligence, accessible aux idées d'hygiène et heureux de devenir un transformateur de sa cité. Ce maire, Riom le possédait en la personne de M. Clémentel, député, ancien ministre, qui sut trouver l'argent nécessaire à la réalisation de ces grands travaux.

Le budget de Riom se bouclait difficilement, sans élasticité, sans réserves. Je cite, par exemple, le budget de 1904, à peu près semblable aux précédents, et qui se résume ainsi qu'il suit :

Recettes ordinaires.	Fr.	271.151
— extraordinaires		17.790
TOTAL DES RECETTES. . . .	Fr.	288.941
Dépenses ordinaires.	Fr.	270.809
Dépenses extraordinaires.		17.013
TOTAL DES DÉPENSES . . .	Fr.	287.822

En présence de cette situation fermée, il fallut chercher ailleurs. C'est alors que M. Clémentel réalisa un projet de conversion d'emprunts, qui mettait à la disposition de la municipalité, *sans impôt nouveau*, une somme de près de 400.000 francs. Cette opération financière ne fut consentie par le Gouvernement qu'à la condition expresse que l'emploi en serait exclusivement réservé aux œuvres durables d'hygiène. Sa répartition fut faite comme il suit :

Canalisation	Fr.	228.309 31
Écoles		61.000 »
Bibliothèque		14.089 21
Égouts.		70.000 »
Travaux de voirie		2.119 95
TOTAL	Fr.	375.518 47

Les travaux furent immédiatement entrepris, en commençant par la canalisation des eaux, les égouts devant avoir ensuite leur tour (pas d'eau, pas d'égouts).

Aujourd'hui, nous offrons au Congrès le résumé de nos grands travaux

et l'exposé détaillé de notre canalisation d'eau potable, dont l'exécution est achevée.

Je me félicite, comme médecin, d'avoir dépensé, uniquement pour l'hygiène publique, l'autorité que je tiens de la confiance de mes compatriotes. J'adresse publiquement mes hommages affectueux au maire éclairé qui a accepté toutes les propositions de son collaborateur; enfin, je tiens à témoigner toute ma sympathie au savant ingénieur, M. Lajugie, qui a mené nos travaux avec science et autorité et avec un dévouement dont la ville gardera toujours le souvenir.

Le projet préalablement approuvé par le Comité consultatif d'hygiène publique de France, dans sa séance du 10 avril 1905, fut, pour l'exécution, divisé en deux lots, comprenant :

Premier lot. — Réservoir et conduite maîtresse;
Deuxième lot. — Réseau urbain.

Le premier lot, adjugé le 28 septembre 1905, fut terminé le 20 juillet 1906. Le second lot adjugé le 5 décembre 1906, commencé le 14 mars 1907, fut terminé le 20 décembre de la même année.

La présente note comprendra les subdivisions suivantes :

1° Situation et captage de la source. — Composition des eaux;
2° Conduite d'amenée, réservoir et conduite maîtresse;
3° Réseau urbain. — Calcul des diamètres;
4° Fontainerie, appareils d'incendie et d'arrosage;
5° Évaluation des dépenses;
6° Service public. — Concessions particulières.

1° *Situation et captage de la source.* — Les sources de Saint-Genest-l'Enfant émergent, à une altitude de 399 mètres, au bas d'immenses coulées de laves et de sables volcaniques venus de l'ancien volcan de la Nugère et de la série des cratères qui terminent au nord la chaîne des monts Dômes. La principale, celle qui nous occupe, se compose de plusieurs bouillons distincts qui, réunis d'abord dans un bassin général, actionnent, en s'écoulant, le moulin de Féligonde, forment ensuite un étang ou pièce d'eau et finalement se dirigent, par plusieurs branches creusées artificiellement depuis des siècles, vers les prairies des communes inférieures.

Ces sources ont un régime sensiblement uniforme; leur débit total est d'environ 500 litres à la seconde, soit plus de 43.000 mètres cubes par jour; le débit de la source principale est approximativement de 250 litres par seconde (21.600 mètres cubes par jour).

Le bouillon qui alimente la ville de Riom a été capté spécialement pour cet usage. Il est situé dans la partie sud du bassin général. Isolé de ce dernier et des terrains avoisinants par une première enceinte en maçonnerie, il est, en outre, enfermé dans une voûte ou chapelle et s'écoule partie dans la conduite en plomb placée à cet effet et partie dans le bassin général; son débit est approximativement de 60 litres par seconde (5.184 mètres cubes par jour).

Le mode de prise des eaux a été fixé par un arrêt de la Cour d'appel de Riom, le 5 août 1846, à la suite d'un procès resté célèbre dans l'histoire locale; il serait trop long d'en expliquer ici le fonctionnement; il nous suffira de dire qu'en raison des dispositions adoptées, la Ville de Riom peut prendre à son captage un volume journalier de 2.000 mètres cubes au minimum et de 3.200 mètres

cubes au maximum. Entre ces deux chiffres, la variation est complètement indépendante de la volonté de la Ville.

Composition des eaux.. — Avant d'examiner en détail les travaux exécutés par la Ville, nous indiquerons la composition moyenne des eaux de Saint-Genest-l'Enfant, telle que l'ont donnée les analyses les plus récentes :

Composition chimique :

Température moyenne	10°,3
Degré hydrotimétrique total	8,9
Degré hydrotimétrique permanent	2,5
Résidu fixe à 110 degrés	81,2
CaO	39
MgO	26,5
NaCl	10,2
SO^3	7,5
AzO^3H	traces
SiO^2	22,9

Ajoutons que plusieurs analyses bactériologiques faites au laboratoire du service de santé militaire de Lyon, en avril 1904, sur des échantillons prélevés dans les casernes de Riom, ont donné de bons résultats.

2° *Conduite d'amenée, réservoir et conduite maitresse.* — Nous avons indiqué ci-dessus que le point d'émergence des sources était à une altitude de 399 mètres ; le point culminant de Riom se trouvant à la cote 356 mètres et son point le plus bas à la cote 322 mètres, on voit immédiatement qu'entre le captage et le point culminant la différence de niveau est de 43 mètres, tandis qu'elle atteint 77 mètres pour le point le plus bas. En outre, la partie la plus populeuse de la ville se trouve précisément au point haut.

Ces considérations, et d'autres également importantes telles que la forme du profil en long entre les sources et la Ville, la nature du terrain rencontré, etc., ont présidé au choix de l'emplacement du réservoir qui se trouve à 950 mètres de distance en aval de la prise d'eau et à 3.850 mètres du centre desservi.

L'amenée de l'eau de la prise au réservoir se faisant par la gravité, avec une pente uniforme de 93 dix-millimètres par mètre, il a suffi, dans cette partie, de remettre en bon état les joints de la conduite existante, constituée par des tuyaux en lave forée de 25 centimètres de diamètre intérieur, pour rendre l'alimentation du réservoir absolument satisfaisante.

Ce dernier a une capacité de 1.000 mètres cubes, légèrement supérieure au volume des eaux amenées pendant la nuit, du 25 mars au 8 septembre, époque des irrigations. Cette capacité est suffisante, si l'on veut bien remarquer qu'à aucun moment la Ville n'a à craindre un abaissement exceptionnel de débit, lequel, comme nous l'avons déjà dit, n'est jamais inférieur à 2.000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Le réservoir, construit entièrement en maçonnerie, est établi sur un point culminant, à l'extrémité inférieure d'une coulée de lave et de débris volcaniques ; son altitude est de 388 mètres au niveau du radier, soit 11 mètres en contre-bas des sources, 32 mètres au-dessus du point haut et 66 mètres au-dessus du point bas de la Ville ; il est partie dans le sol et partie au-dessus, et a été remblayé pour soustraire l'eau aux variations atmosphériques.

Il repose sur un terrain rocheux scoriacé parfaitement résistant et perméable, de sorte que les eaux d'irrigation des prés-vergers environnants, s'infiltrant tout autour dans la masse du sol, sont sans danger pour les fondations de l'ouvrage. Il est divisé en deux compartiments de 500 mètres cubes chacun de capacité, ce

qui permet d'exécuter des nettoyages ou des travaux sans interrompre le service, un seul compartiment, avec l'appoint des sources, étant suffisant pour subvenir aux besoins dans les grands débits.

Le réservoir a intérieurement 23m,50 de longueur et 20m,44 de largeur; ces dimensions, qui ne correspondent pas complètement au plus petit cube possible de maçonnerie, ont néanmoins réduit la dépense d'ensemble au minimum, en raison de la forme de l'emplacement disponible et du prix d'extraction des déblais.

Une chambre de manœuvre, renfermant toute la robinetterie, se trouve dans l'axe du réservoir vis-à-vis du mur de refend.

L'ouvrage repose sur un radier général en béton de 25 centimètres d'épaisseur. Le radier de la chambre de manœuvre a été descendu à 40 centimètres en contrebas du radier général pour permettre le placement des tuyaux et robinets de vidange.

Les murs de pourtour ont été établis pour résister indistinctement à la poussée des terres, à la poussée des voûtes et à la poussée de l'eau. Le mur séparatif des deux cempartiments a été calculé pour résister à la pression de l'eau, en supposant un compartiment plein et l'autre vide.

Les murs ont 2m,33 de hauteur jusqu'aux naissances des voûtes; ils présentent ainsi une revanche de 10 centimètres au-dessus du trop-plein. Ceux du pourtour ont 1m,85 d'épaisseur au pied et 93 centimètres à une hauteur de 1m,77 au-dessus du radier. A partir de ce dernier point, le parement extérieur est vertical jusqu'au sommet du mur; le mur séparatif a 1m,20 d'épaisseur à la base et 50 centimètres seulement au sommet; il reçoit la retombée des voûtes par l'intermédiaire d'un couronnement en moellons appareillés. Ces voûtes sont en béton composé de ciment de Portland artificiel, de sable et de gravillon volcaniques; elles ont une portée de 3m,50, présentent une flèche de 70 centimètres et sont recouvertes d'une chape en mortier de ciment appliquée sur le béton frais au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

L'épaisseur totale de ces voûtes est de 20 centimètres à la clef et de 33 centimètres aux naissances. Préalablement à l'application de la chape, les reins ont ont été garnis de béton pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales.

Entre les murs de pourtour et de refend, les voûtes reposent, par l'intermédiaire de sommiers identiques à ceux du mur de refend, sur des murs de 50 centimètres d'épaisseur, en maçonnerie de mœllons tétués, évidés longitudinalement chacun par sept ouvertures voûtées de façon à augmenter le plus possible la capacité utile de l'ouvrage.

Le radier, les murs de pourtour et celui de refend sont enduits au mortier de ciment de Portland artificiel. Les murs évidés sont hourdés au mortier de ciment; ils sont simplement rejointoyés et reposent sur l'enduit du radier. Tous les angles rentrants sont arrondis suivant des courbes régulières.

Chaque compartiment est muni d'une cheminée d'aération recouverte d'une dalle reposant sur une gaine de protection en brique, laquelle gaine est disposée pour empêcher l'introduction des corps étrangers. Toutefois, pour les deux compartiments attenant au mur de refend, l'aération se fait par deux ouvertures ménagées dans le mur de fond de la chambre de manœuvre.

La chambre de manœuvre a intérieurement 4m,50 sur 4m,20; elle renferme toute la robinetterie.

La conduite d'amenée s'y divise en trois bras de 35 centimètres de diamètre intérieur, fermés chacun par un robinet-vanne; les deux premiers servent à

l'alimentation des compartiments; le troisième est l'origine même de la conduite maîtresse. Cette disposition réalise ainsi très simplement l'alimentation directe sans adjonction des eaux du réservoir.

Deux tuyaux de vidange de 12 centimètres de diamètre, munis chacun d'un robinet-vanne, se réunissent dans la chambre de manœuvre pour conduire les eaux dans le ruisseau le plus voisin.

Le trop-plein est constitué par une cuvette indépendante suivie d'un conduit d'évacuation placé à une faible profondeur dans le sol, ce qui a permis d'envoyer les eaux à une distance très courte et de les utiliser à l'arrosage des prairies inférieures.

La conduite maîtresse part, comme nous l'avons indiqué, de l'intérieur de la chambre de manœuvre où elle se relie par une croix aux deux bras des compartiments et à la conduite d'amenée.

Elle a été établie, comme toute la canalisation urbaine d'ailleurs, en tuyaux de fonte avec joints à emboîtement et cordon du type de la Ville de Paris; son diamètre intérieur est de 35 centimètres et sa longueur de 3.516 mètres. La pose a présenté quelques difficultés au passage des ruisseaux et dans les parties basses des prairies constamment irriguées. Quatre décharges et autant de ventouses ont été placées sur le parcours.

3° Réseau urbain. — Calcul des diamètres. — La partie de la Ville de Riom comprise dans l'enceinte du boulevard circulaire, est représentée assez exactement par la section d'un œuf suivant sa plus grande longueur; elle est divisée en quatre quartiers d'inégale importance par quatre artères principales se coupant à angle droit vers le point haut de la ville.

Les hydrauliciens de la première heure n'avaient eu à s'occuper que de l'alimentation de cette partie pour la bonne raison que la périphérie était fort peu habitée. Les faubourgs, peu importants à l'époque, avaient reçu chacun, parcimonieusement, un filet du précieux liquide. Plus tard, la masse des eaux fut distribuée sur un grand nombre de points, animant d'un murmure continu de gracieuses fontaines, ou alimentant les vieux hôtels des nobles magistrats.

Les choses ont bien changé depuis, et si la vieille cité a conservé pour elle son château d'eau et ses fontaines monumentales en lave de Volvic, les faubourgs développés par les casernes, la gare, l'hôpital général, la manufacture des tabacs, etc., ont fini par soutirer une part très importante du breuvage commun. Cette main mise des nouveaux arrivants ne s'est pas faite sans soulever des récriminations et des regrets au fur et à mesure que, l'un après l'autre, tarissaient les édicules aux jaillissantes eaux. Aujourd'hui, l'équilibre est rétabli : non seulement la nouvelle canalisation a permis de maintenir intactes les fontaines intéressantes ou seulement communes du passé, mais elle a créé une distribution rationnelle et abondante, amenant l'eau aux étages des plus hautes maisons.

Par suite de sa configuration générale, la Ville de Riom se prête au réseau maillé sur la plus grande étendue de son territoire; c'est ce réseau qui a été adopté. Pour le calcul de ses éléments, on a supposé que la plus forte consommation horaire correspondait au débit, en six heures, du volume journalier minimum de 2.000 mètres cubes envoyé par les sources; cette hypothèse est évidemment exagérée pour le présent, mais on a voulu, d'une part, utiliser toutes les eaux supplémentaires fréquemment amenées, et, d'autre part, faire entrer en ligne de compte un développement possible de la Ville.

Pour tous les tuyaux, les diamètres, les pertes de charge et les vitesses ont été calculés par les formules de Darcy avec le coefficient applicable aux tuyaux vieux.

Dans les calculs, il n'a pas été tenu compte de la perte de charge occasionnée par les coudes, tubulures, robinets-vannes; mais cette omission a été compensée largement en appliquant le débit d'amont sur toute la longueur des tuyaux, sans tenir compte du service de route.

La canalisation a été établie de façon que le dessus des tuyaux soit à 1 mètre au-dessous de la surface du sol, sauf à la traversée des ouvrages d'art, où elle a été placée le plus bas possible.

Tous les branchements sont commandés par des vannes, type « Ville de Paris », et, partout où cela a été nécessaire, il a été installé des robinets de vidange.

Deux ventouses seulement existent sur le réseau urbain.

4° Fontainerie, appareils d'incendie et d'arrosage. — Les appareils de dégorgement comprennent :

47 fontaines ou jets à écoulement continu ;
51 fontaines-bornes avec levier de puisage ;
112 bouches d'incendie et de lavage;
7 appareils de lavage des urinoirs.

Les fontaines de toute nature, les bouches d'incendie et de lavage sont reliées aux conduites en fonte par des branchements de 40 millimètres de diamètre intérieur munis d'un robinet d'arrêt à leur origine.

5° Évaluation des dépenses. — Les dépenses se sont réparties conformément au détail très rapproché ci-dessous :

Acquisition de terrains et divers	Fr.	5.000	»
Réservoir		20.200	»
Conduite d'amenée et conduite maîtresse.	Fr. 81.300 »	173.200	»
Canalisation urbaine	91.900 »		
Robinetterie		14.900	»
Bouches d'incendie et de lavage, appareils d'arrosage . .		4.200	»
Bornes-fontaines		8.000	»
Fontaines monumentales et lavoirs		8.500	»
Outillage, frais de surveillance, imprévus et honoraires.		16.000	»
TOTAL	Fr.	250.000	»

6° Distribution des eaux. — Concessions particulières. — Il n'est peut être pas inutile de faire connaître sommairement, ici, quelle est, à l'heure actuelle, la répartition des eaux entre le service public, les établissements publics, militaires et industriels et les concessions particulières.

Tout d'abord, on pourrait se demander si, en présence du grand nombre de fontaines, mises généreusement à la disposition du public par une municipalité démocratique, il a encore été possible de constituer un noyau de concessionnaires suffisamment important pour couvrir au moins les frais de réparations et d'entretien du nouveau réseau : l'expérience a répondu victorieusement à la question et a prouvé que cette profusion d'appareils de puisage n'était pas un obstacle au développement des concessions particulières.

C'est ce qui ressort du tableau ci-après :

Au 1er juin 1908, les eaux se répartissent approximativement comme suit :

Établissements publics, militaires, industriels, etc.	590	mètres cubes.
Fontaines et jets à écoulement continu, lavoirs, etc.	520	—
Concessions perpétuelles ou gratuites.	245	—
Concessions entièrement payantes	140	—
Fontaines publiques à levier de puisage.	400	—
Arrosage et lavage des rues	105	—
TOTAL ÉGAL.	2.000	mètres cubes.

SITUATION DES CONCESSIONS :

DÉSIGNATION	AVANT LA RÉFECTION (année 1900)		APRÈS LA RÉFECTION (année 1908)	
	NOMBRE	RECETTES	NOMBRE	RECETTES
		fr. c.		fr. c.
Concessions perpétuelles	56	»	38	»
— payantes	115	5.000 »	265	9.000 »
— gratuites	14	»	14	»
TOTAUX	185	5.000 »	317	9.000 »

Les abonnements sont de deux natures :

1° Au robinet de jauge, débitant un volume déterminé dans l'unité de temps ;

2° Au compteur, indiquant le volume total débité.

Au robinet de jauge il n'est pas délivré moins de 1.500 litres par vingt-quatre heures ; toute quantité supérieure est un multiple de 1.500 litres.

Les 1.500 litres par vingt-quatre heures sont payés annuellement au prix de 50 francs.

Au compteur, il n'est pas délivré moins de 40 mètres cubes par trimestre et toute consommation inférieure à ce minimum est payée comme celle de 40 mètres cubes.

Les 40 mètres cubes sont payés par trimestre au prix de 6 fr. 50 c.

Chaque mètre cube supplémentaire consommé dans un trimestre est payé :

10 centimes jusqu'à 100 mètres cubes ;
9 — de 101 à 1.000 mètres cubes ;
8 — au delà de 1.000 mètres cubes.

La tendance générale est au remplacement de la jauge par le compteur ; elle s'explique par la plus grande rapidité du puisage, la suppression des réservoirs domestiques, toujours sujets à caution, et la facilité que l'on a de limiter la consommation et, par suite, les débours, aux besoins du moment.

Dans l'établissement des canalisations particulières, les agents du service des eaux de la Ville de Riom ont toujours prêté leur concours aux concessionnaires qui ont bien voulu les consulter pour déterminer les dimensions des canalisations à adopter et les diamètres des orifices de puisage suivant la nature et l'importance des besoins à desservir.

Cette collaboration étroite de la Ville et des intéressés a permis d'éviter, sur tous les points, l'établissement de robinets d'un orifice exagéré sur des conduites insuffisantes.

On sait, en effet, que lorsque ces dispositions vicieuses existent, les robinets des étages supérieurs sont privés d'eau, quand ceux des étages inférieurs sont ouverts ; il s'introduit alors dans la conduite un certain volume d'air puisé, par le dégorgeoir, dans un milieu généralement chargé en microbes : éviers, cuisines, etc. ; le retour de la pression à son état normal a pour effet de dissoudre cet air emprisonné, et d'introduire dans le liquide des éléments qui peuvent avoir, après absorption, de graves conséquences.

M. Henri DE MONTRICHER
Ingénieur civil des Mines (Marseille).

TRAITEMENT ET UTILISATION DES PRODUITS DU NETTOIEMENT URBAIN

— 4 août —

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

La salubrité de l'habitation et de la voie publique exige l'éloignement immédiat de tous les déchets et résidus de la vie quotidienne, comportant les ordures ménagères, les déchets industriels et les balayures des rues. Ces produits, connus sous le nom de gadoues, sont plus ou moins rapidement fermentescibles, et, non moins nuisibles que les eaux usées et tous les produits contaminés par la fonctionnement normal de la vie?

Le traitement des gadoues comporte trois stades successifs:

Collecte dans la maison et dépôt dans la rue.
Collecte dans la rue et transport hors de l'agglomération.
Destruction ou traitement.

Les systèmes de collecte et de transport des gadoues dans l'agglomération ont donné lieu à bien des essais : boîtes à ordures d'un système uniforme, tombereaux bâchés, récipients métalliques interchangeables transportés par véhicules spéciaux, etc., mais aucun de ces systèmes n'a donné lieu à des réalisations pratiques, et on en est encore, dans les grandes villes, aux tombereaux à caisse basculante recevant les matières par le vidage des récipients ou simplement par couffins, et malgré de nombreux arrêtés, il n'a pas été réalisé de progrès manifeste depuis les édits sur la matière du roi Philippe-Auguste en 1180.

Nous nous contenterons, pour situer la question, de reproduire les vœux émis par le Congrès National d'Hygiène, réuni à Marseille en 1906.

Collecte dans la maison. — La boîte commune à tous les ménages doit être dans la cour et rester habituellement close.

Au moins, dans les maisons actuellement existantes, la boîte à ordures de chaque locataire sera placée en communication avec l'air extérieur et non avec l'air de la cuisine ; dans les nouveaux immeubles à étages il sera disposé un conduit d'ordures ménagères, constamment ventilée à fermetures absolument étanches sur chaque cuisine et pouvant être lavé périodiquement.

Collecte dans la rue et transport hors l'agglomération. — La collecte doit être faite dans les voitures spéciales faciles à conduire et à charger, fermées avec soin dès l'achèvement de la collecte et constamment entretenues en parfait état de propreté.

Il est probable que la substitution de la traction mécanique à la traction animale permettra de réaliser les progrès que comportent les vœux ci-

dessus ; ce ne serait que grâce à la traction électrique (utilisant, suivant le cas, les voies de tramways) qu'il serait possible d'employer les récipients interchangeables qui seuls pourraient réaliser la suppression absolue des émanations des matières, une fois sorties de l'habitation.

Destruction ou traitement. — Quel est le traitement qu'il convient de faire subir aux gadoues collectées et transportées par les tombereaux de la voirie?

Cette question est plus que jamais à l'ordre du jour, et, contrairement à ce qui a trait aux dépôts et à la collecte des matières, elle peut être considérée désormais comme solutionnée.

Dans une étude précédente (Ajaccio, 1901), nous avons examiné les divers modes d'utilisation agricole des gadoues, et nous avions établi qu'à raison d'un contingent annuel de 8 tonnes de gadoues par hectare cultivable (contingent fourni par les statistiques de la Ville de Paris), il faudrait une surface d'utilisation équivalente à huit fois celle de l'agglomération, soit à une ceinture de terrain d'une largeur moyenne égale au diamètre de l'agglomération.

Pour une fumure annuelle de 32 tonnes, correspondant à une fumure normale dans le Midi, en terrain pierreux et pauvre, la surface d'utilisation devrait être simplement double de celle de l'agglomération et constituer une bande périphérique d'une largeur moyenne sensiblement équivalente au tiers du diamètre de l'agglomération.

La question des gadoues ne se posera donc réellement que dans les villes ne pouvant disposer, dans leur voisinage immédiat, à moins de circonstances exceptionnelles, que d'une surface inférieure à huit fois la surface de l'agglomération. Ce qui ne pourra être généralement le cas que d'une agglomération de moins de 50.000 habitants.

Du moment qu'il y aura lieu de recourir pour l'utilisation agricole des gadoues à des transports par chemins de fer, la question de la destruction ou du traitement industriel des gadoues devra se poser inéluctablement.

En effet le transport en wagon et surtout le chargement à destination des matières brutes, putrescibles au bout de vingt-quatre heures, sont l'objet de prescriptions et de sujétions d'ordre administratif qui tendent, non sans raison, à devenir prohibitives.

Parmi ces traitements, deux seuls sont à retenir, l'incinération et le broyage avec emploi agricole.

D'autres systèmes ont été essayés et préconisés, mais ils ne sont pas sortis de la période des essais, et n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucune application municipale.

Au premier abord, l'incinération paraîtrait donner pleine satisfaction aux hygiénistes, la destruction immédiate, sous une température de 1.000 ou 1.200 degrés, de tous les germes nocifs paraissant assurée. Si donc la

Salubrité publique était manifestement intéressée à l'application de ce système, à l'exclusion de tout autre, les municipalités n'auraient pas à balancer et devraient l'adopter alors même qu'il serait désavantageux au point de vue économique.

Or, à cet égard, les avis des hygiénistes sont partagés.

Voici, en effet, comment s'exprime M. Tur, ingénieur en chef de la Voirie parisienne, dans son rapport au Congrès d'Hygiène de Marseille, 1906 :

« Entre les fours d'incinération et les usines de broyage, nous hésiterions » fort à faire un choix.

» Dans les uns comme dans les autres, il faut nécessairement une fosse dans » laquelle les voitures de la collecte déversent les gadoues brutes; c'est toujours » de cette fosse que s'échappent les émanations les plus désagréables (1).

» Mais les usines d'incinération emploient tout un jour à brûler le contenu » de la fosse, tandis qu'il suffit de quelques heures pour broyer ce même » volume.

» Avec les fours perfectionnés qu'on arrive aujourd'hui à construire, on évite » les gros inconvénients que présentait à l'origine le système de l'incinération, » à savoir les fumées infectes et les poussières.

» Mais, d'autre part, les matières broyées sont si rapidement enlevées par les » voies ferrées ou les voies navigables, qu'au prix de quelques balayages, dès la » fin de la journée, une usine de broyage peut réaliser une propreté parfaite.

» En fait, ni les usines d'incinération, ni les usines de broyage ne sauraient » incommoder des voisins. Et, en Angleterre, on n'hésite pas à placer les fours » à ordures au centre même de l'agglomération qu'ils desservent.

» Il est vrai que la gadoue broyée, chargée sur un wagon ou sur un bateau, ne » cesse pas d'être un produit putrescible (2). Mais ce produit n'est pas plus » désagréable que bien d'autres engrais tels que la poudrette ou les déchets de » sucrerie ; et quand on ne peut l'employer immédiatement dans les champs, il » n'y a aucun inconvénient sensible à le mettre provisoirement en dépôt dans » les mêmes conditions que tous les fumiers, c'est-à-dire à une certaine distance » des maisons habitées.

» Nous savons bien qu'à cet égard, nous allons à l'encontre de l'opinion de » beaucoup d'hygiénistes, pour lesquels la prompte destruction des germes par » le feu est une règle absolue de prudence élémentaire. Mais cette règle cepen- » dant n'a pu s'appliquer jusqu'à présent qu'aux germes d'une extrême viru- » lence, car à la trop généraliser on eût risqué de supprimer la vie elle-même. » Or, les ordures ménagères broyées, ne sont pas, à notre avis, un produit qui » crée le moindre danger pour la santé publique et dont la manipulation et » l'emploi offrent quelque inconvénient appréciable ».

En résumé et pour conclure :

« L'utilisation agricole de la gadoue brute offre des inconvénients de diverses » sortes auxquels il convient de remédier.

» Mais il sera longtemps encore avantageux, en France, de fabriquer des

(1) Cette fosse a été imposée à Paris, pour sauvegarder les intérêts des chiffonniers, mais elle n'a pas de nécessité technique.

(2) Les procédés de broyage les plus récents, grâce à une oxydation énergique, ont supprimé toute putréfaction ultérieure.

» engrais en traitant convenablement la gadoue, et notamment en la triant et » la broyant.

» L'incinération ou la stérilisation de la gadoue s'impose, d'ailleurs, dans cer- » taines grandes villes.

» Au point de vue hygiénique, une usine d'engrais bien installée n'est pas » inférieure à une usine d'incinération ou de stérilisation ».

Par suite, ce serait exclusivement par le côté financier de la question que les municipalités auraient à envisager le choix à faire entre l'incinération et le broyage des gadoues.

Il convient d'ajouter que. pour que ce dernier système ne comporte aucun inconvénient au point de vue de l'hygiène, il faut que le système réalise deux conditions essentielles :

1° Ventilation et brassage énergique provoquant une oxydation immédiate et la minéralisation des matières organiques aux dépens de leur putréfaction ultérieure ;

2° Combustion des déchets inutilisables comme engrais, et dont la plupart sont putrescibles (chiffons, filaments, brindilles, etc.).

Si donc il est établi que la question de salubrité publique reçoit, dans l'application de l'un et l'autre traitement, une suffisante satisfaction (et l'opinion de l'éminent Chef de service de la Voirie parisienne serait plutôt favorable au broyage), il reste à examiner ceux-ci au point de vue économique.

Incinération. — L'incinération détruit la valeur fertilisante des gadoues, mais cette perte importerait peu s'il était possible de récupérer par l'utilisation de la chaleur produite une valeur égale, déduction faite des frais de traitement.

Dans les usines d'incinération anglaises, belges et allemandes, on compte, en admettant que les gadoues soient autocomburantes, qu'une tonne de gadoues produirait 1.000 kilogrammes de vapeur ; mais après des essais faits en France. cette production est inférieure ; elle n'a pas dépassé à Saint-Ouen 480 kilogrammes.

En adoptant le poids de 750 kilogrammes on est dans une moyenne vraie.

Une tonne de gadoues produisant 750 kilogrammes de vapeur ; pour 10 kilogrammes de vapeur par cheval-heure et pour un fonctionnement de vingt-quatre heures, une tonne de gadoue incinérée produirait $\frac{75}{24} = 3$ chevaux-heures transformable en énergie électrique à offrir à l'industrie ou à utiliser pour les services municipaux, soit avec 20 0/0 de perte pour la transformation 1,65 kilowatt-heure (1).

Broyage méthodique. — D'après les derniers procédés employés, 1 tonne de gadoues brutes donnerait (en tenant compte d'un déchet de 20 0/0) :

640 kilogrammes d'engrais utilisable ;

160 kilogrammes de résidus brûlés dans les foyers du moteur et qui équivaudraient à environ 400 kilogrammes de vapeurs soit par tonne de gadoue et par dix heures $\frac{40}{10} = 4$ chevaux-heures transformables suivant les donnés qui précèdent en 2,21 kilowatt-heure.

(1) Il faudra déduire du produit à tirer de cette utilisation le montant de la main-d'œuvre (soit 2 francs par tonne environ).

Sur ce produit, il faut déduire la force nécessaire pour produire le broyage, et il reste un reliquat disponible de 1,10 kilowatt-heure environ.

Bilan des systèmes de l'incinération et du broyage méthodique.

Incinération. — Destruction des matières en vingt-quatre heures.

Pouvoir calorifique environ : 2.400 calories.

Production d'énergie par contingent journalier de 1 tonne de gadoues : 1,65 kilowatts-heures.

Perte totale d'azote assimilable : analyse des gaz produits 80 0/0 azote.

Sous-produits : machefer, laitiers, partiellement compensés par la consommation de houille nécessaire pour allumage, etc.

Broyage. — Transformation et oxydation des matières en dix heures.

Production d'énergie par contingent journalier de 1 tonne de gadoues (déduction faite de la force motrice utile) : 1,10 kilowatt-heure.

Pouvoir calorique des déchets : 4.000 calories ou par tonne de matières brutes : 640 calories.

Conservation d'azote de 4/5 environ.

Nota. — Les frais de main-d'œuvre et d'amortissement des installations dans les deux systèmes peuvent être considérés comme sensiblement équivalent.

TRAITEMENT DES GADOUES DE LA VILLE DE MARSEILLE

La ville de Marseille a organisé, depuis 1887, un service spécial de traitement et de transport hors de la commune et d'emploi agricole de ses gadoues.

Les matières livrées et chargées en gares de départ sur quais spéciaux sont intégralement expédiées le jour même de la collecte; celles qui ne sont pas vendues directement à divers particuliers sont expédiées dans une usine de traitement, située au centre de la plaine inculte de la Crau, reliée par embranchement à la ligne du chemin de fer Paris-Marseille. Les matières parviennent donc à l'usine, en quelques heures, sans rompre charge.

Une partie de la plaine inculte de la Crau a été fertilisée au moyen de ces apports.

La ville de Marseille aurait tout avantage à maintenir le régime actuel, qui a fait ses preuves par vingt et un ans de fonctionnement normal et ininterrompu, en substituant aux chargements et manipulations de la matière brute sur quais spéciaux de départ, des usines de broyage méthodique et à éviter ainsi le transport par chemin de fer de matières putrescibles.

Elle donnerait ainsi toute satisfaction aux progrès de la technique sanitaire, à la salubrité publique et aux intérêts économiques de la commune et du département des Bouches-du-Rhône.

L'incinération ne comporterait que des avantages manifestement moindres et l'utilisation du pouvoir calorifique des matières serait des plus précaires, les sociétés d'électricité desservant actuellement, à Marseille, pour les services publics et l'industrie privée, une puissance de 60.000 chevaux.

Discussion. — M. Vaudrey observe que la question de la collecte et du traitement des ordures ménagères est toute d'actualité, car les municipalités étudient partout des projets en vue de sa solution rapide, pour donner satisfaction au *desiderata* émis par les hygiénistes; il importe donc que la Section d'Hygiène publique retienne cette importante question. M. Vaudrey rend hommage à l'intéressant exposé de M. de Montricher, mais il le considère comme un peu trop particulier à la ville de Marseille, et il désire en voir la discussion étendue pour l'application à d'autres agglomérations des idées qui y sont émises avec les modifications éventuelles qu'il va suggérer en quelques mots.

M. Vaudrey estime qu'avant tout la question du traitement et de l'utilisation des gadoues, est une question de lieu et d'espèce. Alors qu'il apparaît de la démonstration très claire et très documentée de M. de Montricher, qu'en ce qui concerne la ville de Marseille il y a grand avantage — vu le bon marché et l'excédent de la force motrice d'une part et, de l'autre, la proximité des plaines de la Crau demandant des engrais — à employer la méthode mixte (broyage et incinération), il est dans certains cas, notamment dans les régions industrielles du Nord, de l'Est et du Centre, préférable de recourir au procédé d'incinération unique, attendu que les ordures ménagères possèdent un pouvoir calorique beaucoup plus important, vu la présence de déchets de charbon parmi elles et autres combustibles, non complètement brûlés. C'est ce qui a été constaté en Angleterre, en Belgique, et même dans quelques régions de l'Allemagne.

La méthode mixte oblige, en outre, à avoir une double installation : machines et matériel de broyage et fours et accessoires pour la combustion des chiffons, papiers, etc., qui ne peuvent être broyés. En outre, elle oblige les usines à rechercher les moyens pratiques et économiques pour la désodorisation, la désinfection des établissement comme des produits fabriqués.

La méthode d'incinération, plus simple, donnant plus complète satisfaction aux hygiénistes, ne laisse comme sous-produits utilisables, que les scories, mâchefers, avec lesquels ont peut faire des agglomérés facilement employables dans la construction. Il est vrai que la force motrice produite par l'incinération est beaucoup plus considérable que celle obtenue par la combustion partielle des déchets et, dans les régions industrielles, où l'on manque généralement de force, elle a une grande valeur.

Bref, la question est de lieu et d'espèce; les ingénieurs, les hygiénistes, les municipalités doivent étudier de concert les conditions particulières de chaque application et choisir ensuite, en pleine connaissance de cause, le procédé le plus avantageux. On doit, toutefois, être reconnaissant à M. de Montricher d'avoir aussi nettement établi les données et les résultats particuliers à la méthode mixte de broyage et d'incinération.

Au point de vue de la collecte, M. Vaudrey rappelle qu'à Paris on emploie la « poubelle » que tout le monde connaît et qui, tout en constituant un progrès sur les anciens modes de dépôts, gagnerait à être munie d'un couvercle; malheureusement, les voitures ou tombereaux employés pour la collecte sont encore rudimentaires si on les compare aux véhicules *ad hoc* des grandes villes anglaises, allemandes, américaines; il est à désirer que Paris donne également l'exemple de ce côté et adopte des moyens de transports plus modernes et sauvegardant beaucoup mieux les lois de l'hygiène.

M. de Montricher reconnaît que tout est à faire, à ce sujet, et lit un passage du rapport de M. Tur sur le broyage.

M. le Professeur CHAVASTELON

(Clermont-Ferrand).

— *4 août* —

Comme conclusion de son *Rapport sur la laiterie en Auvergne*, M. Chavastelon demande :

1° Qu'il soit attribué à l'enseignement agricole et, en particulier, à l'enseignement de la laiterie, un plus grand nombre d'heures dans le programme des écoles normales d'instituteurs et d'institutrices et que ledit enseignement reçoive une sanction officielle ;

2° Que le ministère de l'Agriculture favorise toutes les tentatives pouvant contribuer à améliorer les méthodes de fabrication en usage dans l'industrie laitière.

Discussion. — M. Tison, qui a constaté l'heureuse influence de l'école de laiterie de Mamirolle (Doubs), souhaite qu'il soit créé une école de fromagerie dans le Puy-de-Dôme. A son avis, on ne peut demander aux instituteurs de devenir des instructeurs universels.

M. Régnier (Cantal) signale à l'Assemblée les résultats du récent concours laitier organisé à Murat. Ce concours et celui de 1907, à Mauriac, ont démontré que c'est par erreur qu'on attribue au lait des vaches d'Auvergne, un dosage faible en beurre et élevé en matière albuminoïde. Les essais à l'appareil Gerber ont donné des dosages, en matière grasse, allant parfois jusqu'à 8 et 9 grammes par 100 grammes de lait.

M. Régnier déclare, en outre, que le désir du précédent orateur a été réalisé, puisqu'une école de laiterie dite « du Plateau Central » fonctionnera l'an prochain à Aurillac.

M. Martel (Paris) s'associe aux conclusions du rapporteur sur la nécessité de faire donner aux instituteurs des indications sur l'hygiène de la production du lait. Il importe qu'ils répandent les notions les plus élémentaires relatives à l'hygiène de l'étable, à l'alimentation rationnelle du bétail et à la propreté de la traite. L'industrie laitière, en Auvergne, en bénéficierait largement et la production du lait, dans les vacheries de la région parisienne, dont le personnel est généralement originaire du Plateau Central (80 0/0 environ), serait assurée dans de meilleures conditions.

A l'heure actuelle, des analyses faites par le service sanitaire vétérinaire de la Seine, il résulte que la proportion des matières excrémentielles contenues dans le lait atteint un taux élevé (jusqu'à 50 et 100 milligrammes par litre).

M. Calmette signale l'organisation, dans le Nord, d'une école ambulante de laiterie qui donne les meilleurs résultats dans ce département. Il en existait de semblables en Belgique. Ces écoles sont ouvertes par périodes de six semaines aux jeunes filles des cultivateurs. Les maîtresses viennent chaque année, pendant une semaine, suivre les conférences et applications au Laboratoire de l'Institut Pasteur de Lille, sous la direction de M. Boulanger, afin de continuer leur perfectionnement dans l'enseignement de la laiterie.

Quant aux résultats, il est prématuré d'en parler, car ces écoles sont encore

de trop récente création. On peut constater, tout au moins, qu'elles sont très suivies par les filles de cultivateurs.

M. Calmette rappelle le mot de Jules Simon : « Il faut s'adresser aux femmes » plutôt qu'aux hommes. Quand on instruit une femme, c'est une petite école » que l'on fonde ». Les hommes sont plus rebelles, plus fermés que les femmes aux progrès scientifiques.

M. Gillin, professeur d'agriculture à Clermont, déclare, pour faire suite à la communication de M. le Dr Calmette qu'un vœu a été déposé, à la session d'avril 1908 du conseil général du Puy-de-Dôme, tendant à la création d'une école ambulante de laiterie dans le Puy-de-Dôme.

M. de Montricher signale la part importante des coopératives de laiterie dans le Sud-Ouest, pour la répression de la fraude du lait et les améliorations de l'industrie laitière. Il apporte son adhésion aux écoles ambulantes de laiterie et s'engage à conseiller l'adjonction d'une branche *laiterie* aux écoles ménagères qui existent déjà en Provence.

M. Chavastelon insiste sur le rôle de l'instituteur qui doit développer chez l'enfant les notions élémentaires d'hygiène et l'idée de propreté. Il cite l'exemple de l'Est, où l'instituteur a obtenu des résultats très satisfaisants à cet égard.

M. Arloing résume la discussion et propose aux Sections réunies d'agronomie et d'hygiène l'adoption du vœu que les pouvoirs publics poussent les instituteurs à développer les idées de propreté, de mutualité et d'association.

MM. PORCHER, PÉHU et PORTE

(Lyon).

DE L'APPROVISIONNEMENT DES GRANDES VILLES EN LAIT

(Rapport. Voir brochure spéciale, page 123.)

— 5 août —

Discussion. — M. Gautrez lit ensuite une note concernant les résultats obtenus à Montpellier par l'organisation d'un contrôle officieux du lait par des membres d'une Société protectrice de l'enfance.

M. Vigenaud voudrait avoir des indications sur les moyens à employer pour organiser ce contrôle officieux.

M. Arloing cite ce qui s'est fait dans le Pas-de-Calais sous l'influence du Comité régional de l'Alliance d'hygiène sociale.

M. Martel, directeur du Service vétérinaire sanitaire de la Seine, donne des renseignements qui lui ont été fournis par M. Conte, vétérinaire départemental, à Montpellier.

Dans l'Hérault, depuis plusieurs années déjà, l'Administration préfectorale s'efforce de convaincre les laitiers nourrisseurs de l'avantage qu'ils ont à produire du lait provenant d'animaux non tuberculeux.

Il est à remarquer que le contrôle de la production du lait dans l'Hérault paraît limité à la question de la tuberculose.

Les attestations délivrées aux intéressés n'indiquent pas que le lait est produit avec toutes les garanties de propreté désirables.

Aucune réglementation n'est établie en ce qui concerne le genre d'alimentation procuré aux vaches laitières.

M. Rabieaux demande à l'Assemblée de renforcer les conclusions des rapporteurs. Il attire l'attention sur les dangers du lait au point de vue de la tuberculose et signale l'insuffisance de la Législation à cet égard.

M. Martel revient sur les conditions d'autorisation dans le département de la Seine. « Il est exact, dit-il, qu'aucun règlement n'a été établi jusqu'à ce jour, en vue de contrôler d'une façon étroite la production du lait. Cependant, on ne doit pas oublier que les arrêtés d'autorisation des vacheries prévoient des conditions qui ne sont pas exclusivement limitées à l'installation et au fonctionnement de la vacherie envisagée comme établissement classé. En outre, en application de la loi de 1902 sur la protection de la santé publique, les villes de moins de 5.000 habitants du département de la Seine ont imposé aux propriétaires de vacheries des conditions d'ouverture et d'exploitation à peu près semblables à celles qui sont appliquées aux vacheries classées. »

M. Calmette explique qu'il était d'avis d'appuyer le vœu concernant la tuberculine; mais il fait remarquer la situation difficile des marchands de lait qui, ne peuvent guère se rendre compte de ce qui se passe chez leurs fournisseurs producteurs.

M. Gautrez cite ce qui s'est passé à Clermont au sujet de l'autorisation des vacheries et signale les difficultés d'application de la loi.

M. Martel voudrait que le décret du 15 octobre 1810 fût appliqué en province; car de plus en plus, les départements fourniront la plus grande partie du lait consommé à Paris. « Il est à remarquer, dit-il, qu'en raison des multiples mesures sanitaires imposées aux exploitants, le nombre des vacheries de la région parisienne tend de plus en plus à diminuer. Il devient extrêmement difficile de produire du lait pur à des prix peu rémunérateurs, qui sont généralement inférieurs à 40 centimes le litre. M. Gautrez souligne les défectuosités de l'état de choses actuel, et il faut en conclure qu'avant de critiquer les conditions de production du lait à Paris, il conviendrait de réformer complètement le mode de production du lait en province. »

M. Rabieaux réclame à nouveau des mesures de protection. Il estime qu'il faut coordonner les efforts et faire appliquer les règlements sans faiblesse.

M. Martel préconise la production du lait pour enfant et estime que cette production peut être facilement contrôlée.

M. Porcher est partisan de l'encouragement par des primes, plutôt que de la répression.

MM. H. BERTIN-SANS, H. IMBERT et MOYE
Professeurs à l'Université (Montpellier).

MM. BELUGOU, BLAUFUS et M. BERNIS
Docteurs en Médecine. Inspecteur des Enfants assistés.

ORGANISATION D'UN CONTROLE OFFICIEUX DU LAIT A MONTPELLIER
RÉSULTATS OBTENUS

— 4 août —

Dès le début de 1907 a été institué, à Montpellier, un contrôle officieux du lait livré aux consommateurs par la moitié environ des laitiers de cette ville. Ce contrôle, qui s'étend aujourd'hui à la grande majorité des

laitiers de Montpellier, ayant permis d'obtenir une amélioration très marquée de la qualité du lait mis en vente, et la question de la production, de la manutention et de la vente d'un bon lait figurant, d'autre part, à l'ordre du jour de ce Congrès, nous avons pensé qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à faire connaître ici, en même temps que les conditions dans lesquelles a pu être établi un tel contrôle, la façon dont il a été organisé et les résultats qu'il a donnés.

La mauvaise qualité du lait vendu à Montpellier avant 1907, avait été nettement mise en évidence par de nombreuses analyses effectuées par l'un de nous sur des échantillons inopinément prélevés. Vers le milieu de 1906, une légère amélioration s'était pourtant produite à la suite de l'élévation du prix du lait, qui de 30 centimes, avait été porté à 40 centimes le litre; mais la proportion des laits naturels mis en vente était encore de beaucoup inférieure à celle des laits falsifiés. Cet état de choses, qui ne pouvait qu'être préjudiciable à la santé publique, fut signalé aux consommateurs par les journaux médicaux d'abord (1), par les journaux politiques ensuite. Les laitiers s'étaient récemment syndiqués; le bureau du Syndicat s'émut de ces publications et s'adressa à l'un de nous pour lui demander de l'aider à améliorer la qualité du lait livré à la consommation.

Nous nous préoccupions à ce moment, comme membres de la Commission du lait de la *Ligue contre la mortalité infantile*, des voies et moyens à employer pour atteindre le même but. Nous nous mîmes en rapport avec le bureau du Syndicat des laitiers et, à la suite de nombreux pourparlers, une entente intervint qui aboutit à une réorganisation de ce Syndicat basée sur la surveillance permanente des laitiers syndiqués par les membres de la Commission du lait.

Pour faciliter cette surveillance et la rendre efficace, tous les laitiers qui restèrent membres du Syndicat ainsi réorganisé durent signer la lettre suivante qui contenait leurs engagements et qui nous fut adressée par le bureau du Syndicat :

« Les laitiers soussignés, membres du Syndicat des laitiers de Montpellier, résolus, dans leur intérêt et dans celui de la santé publique, à ne vendre que du lait naturel, demandent à la *Ligue contre la mortalité infantile* de vouloir bien faire exercer un contrôle permanent sur la pureté du lait qu'ils livrent à la consommation et, pour ce faire, prennent les engagements suivants :

ARTICLE PREMIER. — Ils ne mettront aucun obstacle au prélèvement des échantillons de lait par MM. les membres de la Commission du lait, ou par leurs délégués, aux jours, heures et lieux qui conviendront à ces derniers.

ART. 2. — Ils mettront à cet effet à la disposition de la Commission des cartes spéciales lui permettant de remplir sa mission de contrôle.

ART. 3. — Ils connaîtront comme bonnes et valables les analyses faites par

(1) H. BERTIN-SANS et V. ROS : *Montpellier Médical*, 11 mars, 1er avril, 23 décembre 1906. — *Bulletin de pharmacie du Sud-Est*, mars 1906.

les soins de la Commission, ainsi que leurs conclusions, et s'engagent à ne formuler aucune réclamation ni demande de contre-expertise.

ART. 4. — Ils s'engagent à adresser une réprimande à ceux de leurs collègues dont la Commission aurait trouvé le lait falsifié et, en cas de récidive, à prononcer l'exclusion du Syndicat dans un délai de huit jours, à partir de la notification de cette récidive.

ART. 5. — Ils ne pourront réclamer la délivrance d'un signe de garantie que si, après un contrôle d'une durée de deux mois, la Commission juge qu'elle peut le créer.

ART. 6. — Ils promettent d'accepter ce signe de garantie, à déterminer ultérieurement, et de n'en plus faire usage dès qu'ils cesseront d'y avoir droit.

ART. 7. — Ils renoncent à toute action et à toute réclamation, de quelque forme et du quelque nature qu'elles soient, contre les avis de la Commission du lait et les conséquences qui en découleront.

Vu bon pour acceptation.

Suivaient soixante et une signatures ; il y en a aujourd'hui soixante-quatorze.

Conformément aux engagements contenus dans cette lettre, des cartes ont été d'abord remises à tous les membres de la Commission du lait, afin qu'il leur fût possible d'effectuer ou de faire effectuer le prélèvement d'échantillons de 250 centimètres cubes de lait destinés à l'analyse. En outre, sur la demande de la Commission et pour rendre plus aisé le contrôle, les laitiers syndiqués ont fait apposer sur leurs voitures de livraison une plaque en fonte émaillée, portant en caractères bien apparents : *Syndicat des laitiers*, et un numéro qui est la caractéristique de chaque laitier.

Ces mesures préliminaires prises, la Commission a institué la surveillance demandée. Cette surveillance a commencé le 23 mai 1907. Au bout de deux mois, la Commission jugeant, d'après les résultats fournis par les analyses, que son contrôle avait amené une amélioration sensible de la qualité du lait livré à la consommation, a décidé de créer le signe de garantie prévu par l'article 5 et de continuer sa surveillance.

Le signe de garantie consiste en une carte portant au recto le nom et le numéro du laitier avec l'indication de la surveillance exercée, au verso, six cases où sont inscrits deux par deux les douze mois de l'année. Ces cartes sont renouvelées tous les ans, Tous les deux mois, elles sont retirées à ceux qui les détiennent et sont remises aux membres de la Commission du lait qui apposent, dans la case réservée à cet effet, le timbre de la *Ligue contre la mortalité infantile* et une signature.

La surveillance s'effectue de la façon suivante : les échantillons destinés à l'analyse sont prélevés une dizaine de fois par mois à des dates quelconques et à des heures diverses. Les prélèvements sont effectués directement par les membres de la Commission, ou par des personnes de toute confiance désignées à cet effet. Plusieurs personnes sont simultanément chargées d'y procéder. Aucune règle ne préside au choix des laitiers aux-

quels elles devront s'adresser un jour donné, si bien qu'un même laitier peut rester plusieurs semaines sans être invité à fournir d'échantillons et qu'il est parfois appelé à en livrer plusieurs dans l'espace de quelques jours ou même de quelques heures. Les prélèvements ont lieu tantôt au domicile des laitiers, tantôt (le plus souvent) à la rue, au moment de la livraison. Celui qui les effectue choisit lui-même les cruches où il désire que les échantillons soient pris. Tout refus de la part d'un laitier syndiqué de s'arrêter sur présentation de notre carte, ou de livrer l'échantillon demandé, serait considéré comme un aveu de fraude. Disons tout de suite qu'à une exception près, les laitiers ont toujours remis sans difficulté l'échantillon qui leur a été désigné. Enfin, au lieu d'user de nos cartes nous avons encore de temps à autre fait acheter aux membres du Syndicat, par une personne absolument sûre, le lait à analyser.

La variété des conditions dans lesquelles sont obtenus les échantillons à soumettre à l'analyse, la fréquence des prélèvements, l'irrégularité des intervalles qui les séparent, constituent autant de garanties, aussi bien de la valeur significative des résultats de nos analyses, que de l'efficacité de notre contrôle.

Toutes les analyses sont effectuées par les membres compétents de la Commission du lait. Le nombre de ces analyses s'élève aujourd'hui à plus de cinq cents.

Les laitiers dont le lait est reconnu falsifié reçoivent un avertissement du bureau du Syndicat; en cas de récidive, ils sont exclus du Syndicat, on leur retire leur plaque et leur carte de garantie. Ces mesures, avertissement et exclusion ont été régulièrement appliquées.

Tout laitier étranger au Syndicat qui désire en faire partie, doit signer l'engagement reproduit ci-dessus; on lui délivre aussitôt sa plaque avec son numéro, mais il n'est définitivement admis qu'après un stage de trois mois et si la surveillance à laquelle il a été soumis pendant ce temps a démontré qu'il en était digne. On lui remet alors sa carte de garantie.

On conçoit qu'une telle surveillance, par suite du nombre considérable d'analyses qu'elle exige, ne soit pratiquement réalisable qu'à condition d'avoir recours à des procédés d'analyses à la fois sûrs et rapides.

Nous nous bornons à déterminer la richesse en beurre par le procédé de *Gerber*, la densité par le lacto-densimètre de *Quevenne*, et le point cryoscopique par la méthode de *Winter*, ou la déviation réfractométrique du petit-lait à l'aide du réfractomètre de *F. Jean* et *Amagat*.

Des déterminations faites par *MM. H. Imbert* et *H. Bertin-Sans* sur le lait prélevé directement à l'étable et au pis de la vache ont permis d'établir les normes des laits fournis par les vaches mêmes des laitiers soumis à la surveillance de la Commission du lait.

Ces déterminations ont d'ailleurs confirmé la constance et, par suite, la

valeur significative, au point de vue du mouillage, des deux données physiques, point de congélation et déviation réfractométrique.

Sur 60 échantillons soumis à la cryoscopie, il a été trouvé :

Laits de point cryoscopique compris entre :

— 0,540 et — 0,549	9	échantillons.
— 0,550 et — 0,559	38	—
— 0,560 et — 0,569	9	—
Lait de point cryoscopique égal à — 0,570	3	—
TOTAL	59	échantillons.

Un seul échantillon a donné comme point cryoscopique — 0,515. Repris quelques jours après à la même vache, un nouvel échantillon a donné — 0,570. Ces résultats tiennent-ils à une supercherie, malgré la surveillance rigoureuse du laitier, ou à un état particulier de l'animal ?

La déviation réfractométrique a été déterminée pour 63 échantillons. Il a été trouvé :

Lait de déviation réfractométrique.

supérieure à 37,5	2	échantillons.
égale ou supérieure à 38 »	3	—
— — 39 »	25	—
— — 40 »	24	—
— — 41 »	5	—
— — 42 »	3	—
égale à 43,2	1	—
TOTAL	63	échantillons.

Ce qui montre encore la précision des renseignements que peuvent fournir, au point de vue du mouillage, le point cryoscopique et la déviation réfractométrique, c'est qu'aucune protestation n'a jamais été formulée par les laitiers soumis à notre surveillance, contre les résultats de nos analyses. Nous avons su, au contraire, en maintes circonstances, qu'ils en avaient reconnu la parfaite exactitude ; nous avons pourtant déclaré mouillés à 5 0/0, 30 échantillons de lait dont le point cryoscopique était de — 0,52 ou la déviation réfractométrique de 37,5 (1).

Passons aux résultats obtenus ; ils ont été très satisfaisants, dès le début, à une époque où la répression des fraudes, par application de la loi de 1905 n'était pas encore organisée à Montpellier, et où l'on ne pouvait, par suite, mettre l'amélioration obtenue sur le compte de cette répression. Cette amélioration s'est encore accentuée depuis, grâce, sans doute, aux sanctions prononcées (avertissement, exclusion), à l'attention prêtée par le public montpelliérain à l'œuvre poursuivie, à l'appui des journaux

(1) Il convient de remarquer qu'à Montpellier, le lait est livré aux consommateurs immédiatement après la traite ; l'emploi de conservateurs, qui pourraient mettre les méthodes physiques en défaut, est ainsi rendu inutile.

quotidiens, comme aussi à l'application de la nouvelle loi. Il convient de remarquer à ce propos que, depuis cette application, un seul syndiqué a été inculpé et a bénéficié d'un non-lieu.

Le nombre d'échantillons analysés par nous s'élève aujourd'hui à 530 qui, au point de vue du mouillage et de la richesse en beurre, peuvent être groupés de la façon suivante :

Degré de mouillage.

Échantillons non mouillés	440
— mouillés à 5 0/0	30
— — de 5 à 10 0/0	45
— — de 10 à 15 0/0	7
— — de plus de 15 0/0	8
TOTAL	530

Richesse en beurre.

Échantillons contenant moins de 30 grammes par litre	43
— — de 30 à 35 —	166
— — de 35 à 40 —	225
— — de 40 à 45 —	78
— — 45 et au-dessus	18
TOTAL	530

Pour se rendre compte des progrès réalisés. il suffit de comparer ces résultats à ceux fournis par les analyses de lait pratiquées, dans des conditions tout à fait analogues, à la fin de 1906 (1), à une époque où le lait était, comme actuellement, vendu au prix de 40 centimes le litre, mais où la surveillance de la Commission du lait n'était pas encore instituée. Pour faciliter cette comparaison nous avons rapproché dans les tableaux suivants la proportion pour cent d'échantillons appartenant à chacune des catégories établies ci-dessus : 1° avant la surveillance; 2° depuis que la surveillance est exercée.

Degré de mouillage.

	Proportion pour cent. Avant la surveillance.	Depuis la surveillance.
Échantillons non mouillés	37,0	83,0
— mouillés à 5 0/0	7,4	5,6
— — de 5 à 10 0/0	14,8	8,4
— — de 10 à 15 0/0	22,2	1,3
— — de plus de 15 0/0	18,5	1,5

(1) *Montpellier Médical*, 23 décembre 1906.

Richesse en beurre,

	Proportion pour cent. Avant la surveillance.	Depuis la surveillance.
Échantillons contenant moins de 30 grammes. .	11,1	8,1
— — de 30 à 35 — .	51,8	31,3
— — de 35 à 40 — .	25,9	42,4
— — de 40 à 45 — .	7,4	14,7
— — 45 gr. et au-dessus .	3,7	3,4

L'amélioration est, on le voit, des plus marquées. Pour le mouillage, la proportion est en effet plus que renversée : 63 0/0 de laits mouillés avant la surveillance, 17 0/0 depuis. Pour la richesse en beurre, le gain est également très sensible : 62.9 0/0 de laits contenant moins de 35 grammes de beurre avant la surveillance, 39.4 0/0 seulement, depuis.

Il résulte de tout ce qui précède qu'il a été possible d'organiser à Montpellier, grâce à l'influence du bureau du Syndicat des laitiers et grâce à la rapidité et à la précision de certaines méthodes d'analyse, une surveillance d'une partie importante du lait livré à la consommation. Sur cent-seize laitiers qui fournissent notre ville, soixante-quatorze sont aujourd'hui soumis à cette surveillance dans des conditions qui nous paraissent présenter pour le public le maximum de garantie. Malgré son caractère purement officieux elle a déjà donné, comme on vient de le voir, des résultats très satisfaisants. La seule sanction qu'elle comporte consiste, sans doute, dans l'exclusion du Syndicat, après avertissement préalable, de tout laitier dont le lait a été reconnu falsifié. Mais l'appui moral que prête au Syndicat la *Ligue contre la mortalite infantile*, donne à cette sanction une valeur suffisante. Cette valeur ne fera, d'ailleurs, que croître et les résultats ne pourront que s'améliorer encore, à mesure que les consommateurs, mieux convaincus de l'importance et de l'efficacité de la surveillance exercée, exigeront plus nombreux de leurs fournisseurs les signes caractéristiques de cette surveillance.

Il peut donc y avoir, dans le contrôle officieux que nous avons institué à Montpellier, et qui équivaut, en somme, à une surveillance permanente des laitiers par les consommateurs ou plus exactement par un comité qui émane en quelque sorte de ces consommateurs, une solution d'un des côtés du problème si complexe que constitue la question du lait : la livraison d'un lait naturel.

Pour parfaire cette surveillance, nous nous préoccupons actuellement d'organiser le contrôle de la livraison du lait naturel chez le consommateur lui-même.

M. PORCHER

(Lyon).

LE CONTROLE DE LA PRODUCTION DU LAIT

— 4 août —

L'auteur résume ses conclusions dans lesquelles il préconise l'utilité d'une entente entre les hygiénistes et les producteurs.

M. S. ARLOING

NÉCESSITÉ DE L'INSPECTION DES VACHERIES ET DU CONTROLE DE LA PRODUCTION DU LAIT

— 4 août —

M. le député Louis Vigouroux est l'auteur d'un projet de loi tendant à enrayer le développement des épizooties et à organiser l'extinction des maladies contagieuses du bétail.

M. le député Joseph Ory a préparé également un projet de loi concernant l'organisation d'un service sanitaire national des épizooties.

Ces deux projets concordaient sur l'organisation d'un service sanitaire national. Il apparaissait aux auteurs de ces projets que la première et la plus urgente des mesures à prendre était de donner au service une unité de vue et une rapidité d'action inconciliables avec l'organisation actuelle trop subordonnée aux Conseils généraux et aux influences locales.

Les deux projets furent examinés par la Commission d'agriculture de la Chambre des députés. Il en sortit un projet unique rapporté par M. le député Rousé sur lequel s'étaient mis d'accord : la Commission d'agriculture, M. le ministre de l'Agriculture et M. le ministre des Finances. Il fut discuté d'urgence à la Chambre des députés dans la séance du 15 juin 1908 et adopté, après quelques modifications.

L'article premier du projet de loi a pour objet la désignation des fonctions du vétérinaire chef du Service des épizooties dans chaque département. Il comprenait sept paragraphes dont un, le cinquième, a été supprimé après une discussion courte, mais très intéressante au point de vue de l'hygiène publique.

Le paragraphe stipulait que le vétérinaire départemental avait, parmi ses fonctions, celle de *contrôler la production du lait*.

Cette formule souleva des observations. Le vétérinaire sanitaire ayant déjà le droit de pénétrer dans les fermes lorsqu'une maladie contagieuse est portée à la connaissance de l'autorité, plusieurs députés, peu soucieux d'une nouvelle immixtion du service vétérinaire dans les exploitations agricoles, feignirent de ne pas saisir le sens de la formule. D'autres jugèrent cette fonction inutile, étant donné que les lois sanitaires en vigueur, lois de 1881 et de 1898 et la loi sur les fraudes, garantissaient déjà la santé publique contre les altérations pathologiques ou les adultérations du lait.

M. le député Rousé précisa le sens de la formule, en faisant observer que la Commission aurait voulu que la nouvelle loi permit au vétérinaire départemental d'intervenir dans tous les cas où la vache laitière est atteinte ou soupçonnée d'être atteinte d'une maladie non contagieuse qui n'en rend pas moins son lait nocif.

M. le député Cazeneuve, de son côté, appuya les observations de M. Rousé. Il insista pour que l'on n'oublie pas que le contrôle du lait est double, qu'il comporte l'inspection de l'étable, au point de vue de l'état de santé des animaux, de la nourriture qu'on leur donne, et aussi l'analyse chimique ayant trait à la teneur du lait en principes constitutifs.

Afin de ne laisser subsister aucun doute sur les rôles respectifs du vétérinaire et du chimiste dans le contrôle du lait, le député du Rhône déposa un amendement par lequel il demandait de substituer à la formule du paragraphe 5 de la Commission la formule suivante :

Le vétérinaire départemental a pour fonctions :

. . . . . .

5° *D'inspecter les étables et de contrôler les conditions hygiéniques de la production du lait.*

Enfin, M. le député Vaillant a fait remarquer que les conditions dans lesquelles le lait est produit, notamment la propreté des vases, ainsi que les conditions de transport méritaient d'être étroitement surveillées.

Malgré les explications fournies par le rapporteur et M. Cazeneuve, et les desiderata exprimés par M. Vaillant, l'amendement de M. Cazeneuve fut repoussé et le paragraphe 5 du projet de loi disparut entièrement.

Si l'inspection des étables et le contrôle des conditions hygiéniques de la production du lait furent rayés de la loi sur l'organisation du service des épizooties, par la Chambre des députés, ils doivent, néanmoins, figurer au premier rang de nos préoccupations sanitaires.

Les quelques paroles échangées, à la séance du 15 juin, entre les orateurs qui prirent part à la discussion nous font craindre qu'il existe, à ce sujet, une certaine confusion dans les esprits. Nous craignons aussi que l'opinion publique ne saisisse pas la nécessité de cette inspection et que, insuffisamment éclairée, elle ne permette pas au monde parlementaire de passer

outre au scrupule bien légitime de violer, en quelque sorte, le domicile d'une catégorie de citoyens.

Essayons donc d'éclairer l'opinion et de lui démontrer qu'il est utile pour le bien de la santé publique d'introduire le plus tôt possible dans nos règlements, sous une forme ou sous une autre, le contrôle de la production hygiénique du lait.

En effet, présentement, le consommateur est garanti contre la nocivité du lait par la loi sur les fraudes et les lois et décrets sur la police sanitaire des animaux.

La protection résultant du jeu de ces lois a paru suffisante à la majorité des députés. Cependant, il n'en est rien. Nous allons tenter de le prouver.

La loi sur les fraudes permet, partout où du lait est mis en vente, de prélever des échantillons pour les soumettre à l'analyse.

L'examen nous apprendra si le lait est naturel ou falsifié, autrement dit si le commerçant est consciencieux ou s'il ne l'est pas, et si la falsification est de nature à nuire plus ou moins à la santé du consommateur.

On sait que l'ingéniosité du fraudeur est grande et que la tâche du chimiste est délicate. Généralement, il triomphe des difficultés de l'expertise et peut donner à la justice des indications qui n'égareront pas ses arrêts.

Finalement, le jeu de la loi sur les fraudes par la crainte qu'il inspire au commerçant, nous fait espérer que notre lait ne sera pas trop mouillé, ni trop écrémé, qu'il sera dépourvu d'amidon et d'antiseptiques. C'est tout.

Les lois sur la police sanitaire des animaux, si souvent invoquées devant la Chambre, ne procurent aussi qu'une garantie partielle au consommateur.

Elles donnent, il est vrai, le droit au vétérinaire sanitaire de pénétrer dans l'étable et le devoir de prescrire toutes les mesures pour éviter que les maladies contagieuses se propagent aux animaux et nuisent à la santé de l'homme, à la condition toutefois que les maladies aient été déclarées aux autorités administratives qui, elles, provoquent la visite de l'étable contaminée.

Mais le public ne doit pas se faire d'illusions. Les maladies visées par les lois sur la police sanitaire des animaux producteurs de lait sont peu nombreuses. Ce sont : la peste bovine, la péripneumonie, la fièvre aphteuse, le charbon bactéridien, le charbon emphysémateux, la tuberculose et la rage.

L'observation et l'expérimentation ont inspiré les mesures à prendre à l'égard du lait dans tous les cas où ces maladies sont parfaitement constatées, et la sécrétion lactée conservée. Plusieurs maladies contagieuses, sévissant à l'état aigu et tarissant les mamelles, ne préoccupent pas l'hygiéniste.

Toutefois, il est bon de savoir que les mesures de défense sont prises surtout à l'occasion de la présence des agents virulents dans le lait et lorsque ces agents paraissent capables de transmettre à l'homme une maladie semblable à celle qu'ils produisent sur les animaux, autrement dit pour les affections estimées communes à l'homme et aux animaux ou transmissibles des animaux à l'homme, telles que la tuberculose et la fièvre aphteuse.

On ne se demande pas si, à côté d'un agent virulent qui n'a pas l'habitude de s'implanter sur l'homme, le lait ne renfermerait pas des poisons d'origine microbienne capables de produire, sur les personnes de petite, taille ou particulièrement sensibles, des troubles de la santé plus ou moins sérieux.

Reconnaissons donc que les garanties qui nous sont procurées par la loi sur les fraudes et les lois sur la police sanitaire ne peuvent pas nous rassurer complètement, quoiqu'on en ai dit.

Voyons encore.

Le lait est le produit d'une glande. La mamelle, comme toutes les glandes, élimine plus ou moins, avec son produit de sécrétion, les substances étrangères introduites dans le sang par le tube digestif, ainsi que les substances plus ou moins toxiques résultant soit du mouvement vital, soit de la vie des microbes fixés ou circulant dans l'organisme, microbes pathogènes autres que les agents producteurs des maladies contagieuses visées par les lois sur la police sanitaire.

Il est établi, depuis longtemps, que les sels d'antimoine, d'arsenic, de bismuth, de cuivre, de fer, etc., que les composés iodiques s'éliminent avec le lait. On sait aussi que certains végétaux ingérés dans l'estomac, livrent à la sécrétion lactée des principes qui modifient l'odeur, la couleur et la saveur du lait; que d'autres, doués de propriétés vénéneuses, rendent le lait toxique. Les produits de distillerie, les résidus industriels mal conservés, donnés sans discernement et sans mesure ont communiqué quelquefois au lait des qualités nocives.

Il est si bien démontré que la mamelle élimine les substances étrangères, qu'on se sert de la mère pour administrer certains médicaments aux nourrissons. Cela est de notoriété publique.

Ajoutons que la simple observation a fait connaître, probablement à toutes les époques, que les troubles de la santé entraînent des changements dans la quantité et la qualité du lait. Aujourd'hui que la pathologie moderne nous a fixé sur l'intervention fréquente des microbes dans les maladies non classées parmi les maladies contagieuses et sur la faculté qu'ont ces microbes de déverser dans le sang des produits nocifs désignés sous le nom de toxines, nous avons des motifs de redouter que, dans la plupart des états pathologiques, le lait ne soit souillé par ces produits.

Il en résulte que, si on veut du bon lait, il faut exiger que les vaches laitières soient en bonne santé et nourries avec des aliments incapables de céder au lait des substances nocives à un titre quelconque.

Il faut encore envisager que le lait est un liquide organique éminemment altérable, propre à la végétation de nombreuses espèces de microbes dont les germes ont plusieurs sources. Quelques-uns souillent déjà le lait à l'intérieur de la mamelle ; la grande majorité provient de la surface de la mamelle ou des régions voisines, des mains et des vêtements du trayeur, des poussières de la litière et de l'étable, de la face interne des récipients où on recueille le lait à la sortie du trayon, où on le distribue et le transporte.

Des bactériologistes de tous les pays ont dénombré et déterminé les microbes que renferme le lait au moment où il est distribué au consommateur. Je n'entreprendrai pas de les citer ni d'indiquer les divers résultats auxquels ils sont arrivés. Je me bornerai à rappeler que les laits les plus purs renferment pas moins de cinquante mille germes par centimètre cube et que les chiffres 10 millions, 20 millions et plus par centimètre cube ne sont pas inconnus.

La plupart de ces microbes appartiennent à des espèces vulgaires ; d'autres sont des ferments qui aigrissent le lait, attaquent et transforment la caséine ; d'autres enfin sont des espèces pathogènes.

Pour éviter l'altération du lait par ces microbes divers, on en retarde la pullulation par le chauffage ou le refroidissement du lait.

Mais si le lait séjourne quelque temps à une température moyenne, ces microbes se multiplient et l'altèrent plus ou moins profondément. Le mieux qui puisse arriver pour le consommateur, c'est que l'altération soit complète, car alors le lait est inacceptable. Le pire est que l'altération soit incomplète, car le lait est consommé et introduit dans le tube intestinal où il provoque des fermentations fâcheuses, des indigestions, des gastro-entérites, des phénomènes d'intoxication extrêmement redoutables pour de jeunes enfants et toujours fâcheux pour des adultes malades, ou en santé.

Parmi les germes pathogènes qui peuvent souiller le lait, nous devons mentionner tout particulièrement celui de la fièvre typhoïde. Il n'est pas de pays où l'on n'ait signalé des épidémies ou des foyers typhoïdes créés par l'usage d'un lait infecté. La maladie était comme transportée du laitier chez ses clients. La relation de l'effet avec la cause était indiscutable.

Le germe typhique ne procède pas de la vache ; il vient du dehors.

Y aurait-il, dans le personnel de la laiterie, d'anciens typhiques porteurs du germe, qui seraient devenus les auteurs involontaires de la contamination ? La question peut se poser aujourd'hui.

Mais l'observation et l'expérience ont démontré, maintes fois, que le

germe procède des eaux contaminées avec lesquelles on lave les vases à lait ou avec lesquelles on étend frauduleusement le lait.

Nombre de laiteries, surtout autour des villes, font un usage habituel de l'eau de quelques ruisseaux, salie par les déjections de la cité. Ailleurs, l'eau vient de la profondeur d'un puits mal étanche, d'une source mal défendue où peuvent arriver des résidus de la vie humaine ou animale.

L'épidémie toute récente, qui a semé le deuil à Couterne, dans l'Orne, a malheureusement démontré le danger de cette contamination.

Les adultérations du lait par les microbes et les ferments en général, par les toxines microbiennes et les microbes pathogènes, par les poisons organiques d'origines alimentaires, échappent à l'analyse chimique. On a vu qu'elles ne sont pas du ressort du vétérinaire sanitaire, d'après les lois actuelles sur les maladies contagieuses.

Pour être reconnues, elles exigent une étude bactériologique d'abord, expérimentale ensuite. Cette dernière a pour but de nous renseigner par l'effet des inoculations : indirectement sur le nombre des germes, puis directement sur la nature de ces germes et, dans des conditions expérimentales particulières, sur la toxicité du lait.

Assurément, une pareille étude est extrêmement longue et délicate et on ne saurait la préconiser couramment. Elle sera toujours réservée pour des cas exceptionnels et particuliers.

Il est probable qu'elle viendra tout simplement appuyer des soupçons ou corrober des accusations portées contre un lait déterminé.

Autrement dit, l'étude du lait sera entreprise lorsque le lait aura commis des méfaits. Elle servira à éviter de nouveaux accidents. C'est quelque chose. Mais ne vaudrait-il pas mieux suivre une autre méthode et chercher des mesures réellement préventives.

Il suffit de réfléchir un instant pour les trouver. Elles résident dans l'inspection régulière des étables. L'inspecteur veillera sur la disposition générale et la propreté de l'étable, sur la santé, la propreté et la nourriture des vaches laitières, sur la propreté des trayeurs, sur les qualités hygiéniques de l'eau servant aux besoins de la laiterie, sur les modes de conservation du lait au départ.

Lorsque toutes ces mesures seront prises, alors et seulement alors, on pourra rassurer les consommateurs.

La grande majorité de ces contrôles incombe tout naturellement au vétérinaire, qui est d'ailleurs capable de les exercer tous à la satisfaction du public, à raison de la préparation qu'il reçoit dans les écoles.

On objectera, sans doute, que l'exercice d'un pareil contrôle est attentatoire à la liberté d'une catégorie de citoyens de gérer leur bétail à leur guise et au respect dû au domicile privé.

Nous attachons peu d'importance à cette objection, parce que nous ne

saisissons pas la différence que l'on veut établir entre le commerçant et le producteur.

On peut, à tout moment, entrer dans le magasin d'un marchand laitier, prélever des échantillons, faire planer par cela même le soupçon sur l'honorabilité du négociant, et l'on aurait des scrupules insurmontables à franchir la porte d'une vacherie. Est-ce que le producteur n'est pas un commerçant? N'offre-t-il pas au consommateur le lait qu'il retire de ses animaux en se servant d'un interméniaire? N'est-il pas souvent lui-même producteur et marchand? N'est-il pas tenu de fournir au public un lait salubre? N'est-il pas obligé de prendre toutes les précautions nécessaires pour que le produit qu'il lance dans la consommation publique ne soit nuisiblée d'aucune matière?

Poser ces questions, c'est les résoudre.

Donc, si dans l'intérêt général, le producteur doit s'imposer quelque gêne, il est bon qu'il soit soumis à un contrôle officiel.

Dans certains districts des États-Unis, notamment le district de Columbia, on n'hésite pas à excercer ce contrôle auquel on consacre d'ailleurs des sommes très importantes. On s'y félicite hautement des résultats acquis au point de vue de la santé publique.

On objectera probablement encore l'impossibilité d'étendre l'inspection à toutes les étables, où des vaches fournissent du lait consommé en nature.

Il est certain que ces étables sont très nombreuses en France et que leur installation est souvent si défectueuse que l'hygiéniste ne saurait chez elles par quel bout commencer la tâche.

Parce que le mal est grand, est-ce une raison pour renoncer à le combattre.

Les mesures étant légalement édictées pourraient être appliquées, d'abord, aux vacheries notoirement entretenues pour la production et le commerce du lait. Peu à peu, on en étendrait l'application à des vacheries moins importantes.

La population de la France ne suit plus, depuis longtemps déjà, l'accroissement constaté dans d'autres états. En 1907, non seulement elle n'a pas augmenté, mais elle a diminué de seize mille unités.

Nous nous lamentons sur cette situation, à laquelle il serait urgent de remédier par tous les moyens possibles.

L'un de ces moyens serait de conserver les enfants qui nous naissent. Beaucoup de ces petits êtres sont enlevés, dans leur premier âge, par les suites d'une alimentation défectueuse.

Notre devoir n'est-il pas de leur assurer une alimentation saine? Assurément, personne ne le conteste.

Eh bien, sachons vouloir!

Discussion. — M. Vigenaud remercie MM. Arloing et Porcher de leurs intéressantes communications et propose à l'Assemblée de s'associer aux conclusions qu'ils ont formulées.

M. Rabieaux, délégué de M. le ministre de l'Agriculture, demande à l'Assemblée d'émettre un vœu très net indiquant que les consommateurs ne sont pas garantis par les lois existantes.

M. Gautrez est d'avis que la formule du vœu doit être assez générale, pour englober tous les côtés de la production du lait.

M. Chavastelon s'associe aux conclusions des rapporteurs ; mais il estime que les mesures, quelque peu comminatoires de l'Administration, pourraient être utilement secondées par l'accroissement des connaissances des producteurs à tous les degrés sur les questions élémentaires relatives à la propreté et à l'hygiène de la laiterie.

Il pense que l'école primaire peut jouer un rôle important dans les réformes a obtenir, en ce que ces réformes seraient réalisées volontairement par les producteurs mieux instruits.

M. Calmette fait remarquer que le prix du lait n'a pas varié depuis de nombreuses années et que les mesures proposées auront pour conséquence une augmentation de ce prix. Il y aura peut-être lieu, très prochainement, d'établir une distinction entre le lait de consommation courante et le lait destiné aux malades et aux enfants, d'où la nécessité prochaine d'une réglementation distincte concernant ces deux catégories de laits.

M. Louis Danguy (Nantes), estime que ce contrôle de la production sera très difficile à établir. Il faudrait tout d'abord mettre les producteurs à même de faire un usage économique de la tuberculine afin de faire disparaître la tuberculose des étables.

M. Arloing fait remarquer que le résultat peut être obtenu avec le concours des sociétés agricoles, notamment des assurances mutuelles.

On peut émettre un vœu adressé à l'Administration tendant à rendre plus économique l'usage de la tuberculine.

Quant à la distinction entre le lait pour malades et enfants, et le lait de consommation courante, il ne la croit pas appelée à un grand résultat, car les personnes bien portantes voudront aussi consommer du lait bon et propre.

M. Vigenaud résume la discussion de laquelle ressortent les deux points suivants :

1° De l'avis général, les mesures législatives existantes sont impuissantes à protéger le consommateur ;

2° Pour remédier à cette insuffisance, il importe que l'*Association* émette un vœu qui sera transmis aux pouvoirs publics pour demander un contrôle plus efficace.

Ce vœu devra énumérer les mesures d'hygiène nécessaires à la protection du lait, indiquer spécialement l'importance de la pureté de l'eau servant à laver les ustensiles de laiterie, l'utilité d'instruire les enfants, les jeunes gens de la campagne sur cette question, et de faciliter la tuberculinisation des animaux producteurs, etc.

M. Vigenaud propose aux membres de la section d'hygiène et de la section d'agronomie qui ont pris part à la discussion de se joindre à lui pour rédiger un projet de vœu.

M. Imbert (Montpellier) fait connaître les détails de « l'organisation d'un

contrôle officieux du lait à Montpellier » et les résultats obtenus par cette organisation. (Rapport de MM. Bertin-Sans, Imbert et Moye, dont il a été question ce matin.

M. Martel attire l'attention sur l'arrêté préfectoral en vigueur dans l'Hérault concernant la tuberculinisation des vaches laitières. Il estime qu'il serait intéressant d'associer les efforts des deux organisations.

M. Tachet (Clermont) tient à donner quelques renseignements sur les résultats que peut donner la persuasion auprès des laitiers pour obtenir d'eux de meilleures conditions hygiéniques dans la production du lait.

Il a été chargé par le Conseil d'hygiène de Clermont, dont il fait partie, de faire des instructions pour les laitiers et de visiter leurs établissements.

Les laitiers, croyant leur avenir menacé, ont constitué un syndicat pour être plus forts dans la défense de leurs intérêts.

Or, il s'est rendu aux réunions de ce syndicat et a réussi à faire comprendre aux laitiers qu'ils devaient surtout se coaliser pour lutter contre les causes des maladies. Il a ainsi obtenu des résultats tangibles : tuberculinisation en masse et partant à prix très réduits ;

Achats d'appareils à désinfection permettant de pratiquer cette opération d'une manière complète et non d'une façon illusoire, comme on l'a fait jusqu'à présent, etc.

M. Pitiot, vétérinaire départemental, expose que les vétérinaires sanitaires du Puy-de-Dôme sont chargés de tuberculiner gratuitement les bovidés avant leur entrée dans les mutuelles affiliées à la Caisse départementale de réassurance, opération qui est faite une fois pour toutes, soit au moment de la constitution de la Société, soit plus tard, lorsque la Société le demande. Sont également tuberculinés gratuitement les animaux appartenant aux assurés qui, à la suite d'une saisie, se trouvent sous le coup d'un arrêté préfectoral, déclarant leur exploitation infectée de tuberculose.

M. PÉHU

Médecin des hôpitaux (Lyon).

LES GOUTTES DE LAIT TELLES QU'ON LES COMPREND EN FRANCE

— 4 août —

Organisation rationnelle des Gouttes de lait.

Depuis une vingtaine d'années environ, le souci de protéger le premier âge a provoqué une imposante floraison d'œuvres qui, toutes, ont pour but essentiel de diminuer la mortalité infantile. Parmi celles-ci, et au premier rang d'entre elles, se trouvent les Gouttes de Lait (1).

(1) Consulter, sur cette question, les volumes des deux Congrès des *Gouttes de Lait* tenus à Paris (1905) et à Bruxelles (1907). On pourra trouver également une bibliographie complète dans un ouvrage de A. Keller : *Résultats de puériculture*, 1 vol. de 135 pages, chez Denticke, Leipzig et Vienne, 1908.

Ces dernières ont pris naissance et se sont développées, avec le magnifique essor que l'on sait, dans notre pays même.

D'un point de vue historique, on pourrait établir que la première œuvre de ce genre a été organisée par un médecin espagnol, Valerio Solares, qui, à l'hôpital de Barcelone, distribua, dès 1890, du lait aux nourrissons pauvres de son service, en même temps qu'on donnait aux mères des conseils utiles pour l'élevage de leur enfant. Mais cet essai reste purement local. Les véritables créateurs des Gouttes de Lait furent les Drs Variot (1892) et Dufour de Fécamp (1894) qui leur assignèrent leur rôle en puériculture. M. Dufour trouva, pour les désigner, le vocable imagé qui leur assura désormais leur fortune et une expansion durable. Bientôt, en effet, instruits des résultats favorables obtenus par ces institutions nouvelles, les médecins français s'efforcèrent de les imiter et, de toutes parts, surgirent des œuvres semblables sur notre territoire. L'étranger suivit cette émulation féconde; et l'on peut dire qu'à l'heure actuelle, tous les pays civilisés d'Europe et des deux Amériques possèdent des Gouttes de Lait, qui viennent ainsi grossir le contingent des œuvres de puériculture. Toutes, sans doute, ne sont pas calquées sur le même modèle; leur fonctionnement diffère par certaines particularités qui seront exposées dans le cours de cette étude, mais les uns et les autres s'inspirent du même principe général qui est la raison même de leur fondation : *distribuer à des nourrissons, exclusivement allaités au biberon ou dont les mères sont insuffisantes, du lait de bonne qualité* et convenablement préparé pour l'alimentation. Un *autre principe*, que revendiquent les Gouttes de Lait et autour duquel sont livrés quelques combats, est d'*encourager de toutes leurs forces l'allaitement maternel*.

C'est surtout des Gouttes de Lait françaises qu'il sera question dans cette étude.

Leur extension aujourd'hui est extrême. Néanmoins, on peut hautement déclarer, en faisant un recensement général de toutes ces institutions, que de beaucoup leur nombre est plus grand en France que dans les autres pays. Qu'elles soient calquées sur le modèle même de la Goutte de Lait imaginée primitivement par le Dr Dufour, ou qu'elles ne lui ressemblent pas de tous points, elles se sont développées avec une singulière amplitude. Il n'est pas, à l'heure actuelle, de grandes villes, il n'est pas d'agglomérations qui n'en possèdent.

Les Gouttes de Lait sont créées de diverses façons :

Tantôt elles sont fondées par des Sociétés privées qui réunissent, au début, la somme nécessaire aux premiers frais puis essaient de trouver, par la vente du lait, les ressources journalières de l'œuvre; beaucoup d'entre elles peuvent être rangés dans cette catégorie. — Tantôt elles constituent des dépendances d'organisations plus importantes qui s'occupent de la vente du lait en général (pour adultes et pour enfants) : c'est ainsi

que l'OEuvre sociale du Bon Lait, à Paris, dirigée par M. Ambroise Rendu; vend, pour la consommation ordinaire, du lait de bonne qualité, et qu'elle a créé une distribution de lait pour les nourrissons des familles indigentes ou nécessiteuses. Tantôt, encore, elles sont instituées par les soins d'œuvres d'assistance publique : crèches, dispensaires, hôpitaux d'enfants, distribution par les soins d'une municipalité. Comme exemple de cette dernière catégorie, on peut citer celui de la ville de Lyon (1) qui comprend un service annexé à celui des crèches : là tout est municipalisé. La vacherie, la station centrale de stérilisation sont comprises dans un même bâtiment construit par l'initiative de la ville elle-même.

Leur clientèle est recrutée de diverses façons : la plupart d'entre elles s'adressent à la classe nécessiteuse et demandent aux mères qui les fréquentent une rétribution modeste et correspondant d'ordinaire à la moitié du prix « coûtant » du lait fourni. Pour assurer leur équilibre budgétaire, elles vendent, dans les milieux aisés ou riches, du lait dont on sait que sa qualité est irréprochable. De la sorte, est réalisé ce principe que « les riches paient pour les pauvres », sorte de mutualité, dont les bénéficiaires sont satisfaits de part et d'autre.

Certaines Gouttes de Lait opèrent des distributions gratuites; mais le nombre en est moins grand. On trouve plus rationnel, en effet, d'exiger une rémunération , si minime soit-elle. Outre qu'elle contribue à faciliter l'exploitation générale de l'œuvre, cette rémunération représente, de la part de la mère, un effort matériel tenté pour l'élevage de son enfant. Et, très certainement, les mères attachent une valeur plus grande à l'aliment reçu en échange d'une petite somme d'argent que s'il leur était accordé gratuitement.

Je ne m'attarderai pas à la description de l'agencement matériel des Gouttes de Lait, des locaux qui y sont affectés, car il est évident que rien n'est plus dissemblable. — Schématiquement, il suffit qu'elles soient constituées par une salle d'attente et par un cabinet de consultation. La première doit être aussi vaste que possible pour éviter le *surpeuplement* et surtout les contacts trop intimes entre les enfants : par ces contacts, en effet, peuvent s'opérer des contagions de maladies infectieuses. Quant au cabinet de consultation médicale, c'est dans son intérieur que se feront les pesées des enfants par les soins du médecin lui-même ou de ses aides.

En outre, beaucoup de Gouttes de Lait possèdent une salle où l'on prépare le lait. en général, celui-ci est distribué après avoir été bouilli dans de grands récipients pendant un temps variable. La pasteurisation ou la stérilisation vraie (cette dernière dans des appareils autoclaves) sont trop

(1) Voir M. PÉHU : *Les Crèches municipales de Lyon. Ann. d'Hygiène et de Médecine légale*, sept. 1907, et G. ROUX et M. PÉHU : *La Vacherie municipale et les distributions de Lait stérilisé dans la ville de Lyon*, Bruxelles, sept. 1907.

coûteuses ou trop compliquées pour être couramment employées. Certaines institutions, cependant, s'adressent à de grands producteurs qui leur fournissent du lait stérilisé : c'est ainsi, par exemple, que M. Variot, dans son important dispensaire de Belleville, distribue du lait stérilisé qui lui est concédé par une grande Compagnie laitière. — Parfois cet aliment ne subit aucune cuisson ou stérilisation : on distribue du lait cru aux nourrissons. Mais il est évident que pareille organisation n'est pas facile à réaliser.

Les Gouttes de Lait françaises emploient surtout le lait de vache, à l'état naturel. Il est assez fréquent, toutefois, que certaines d'entre elles, dans les premiers mois de nourrissage, donnent du lait humanisé suivant la méthode de Backhaus. Mais là se bornent les manipulations habituelles. — En Amérique, au contraire, sous l'impulsion de Mayan Rotch, on distribue des laits modifiés ; on peut objecter que ces triturations d'un aliment d'une constitution aussi fragile sont parfois préjudiciables à la santé de l'enfant. — Je signalerai encore que des œuvres françaises ont essayé la distribution de lait de chèvre à leurs nourrissons.

Quelle que soit sa source, le lait est réparti en flacons d'une contenance assez variable, pur ou coupé, et, dans ce dernier cas, prêt à être consommé, ce qui évite des transvasements toujours préjudiciables.

Enfin, ce lait destiné aux enfants du premier âge doit, de toute nécessité, être soigneusement contrôlé. Il faut de fréquentes analyses, des prélèvements faits à la Goutte de Lait elle-même, ou dans les stations où il est distribué, pour s'assurer à tout instant qu'il est d'une constitution chimique convenable, qu'il n'est pas adultéré par les serveuses, s'il est envoyé à distance, qu'en un mot, il répond à la définition du lait de bonne qualité telle qu'elle a été plus d'une fois donnée.

A toutes les œuvres de ce genre est annexée une consultation médicale. C'est même la caractéristique de chacune d'entre elles, en France, qu'elles sont dirigées et sans cesse contrôlées par un médecin. Ce dernier pèse et inspecte, en général hebdomadairement, les nourrissons qui fréquentent la Goutte de Lait. Il donne aux mères, en des formules simples et d'une compréhension facile, les conseils d'hygiène qu'elles ignorent si souvent. Il fait ressortir les fautes commises et leurs conséquences. Lui-même, surtout, ordonne aux enfants la quantité de lait nécessaire, en tenant compte de leur poids, de leur habitus général, de leur état digestif et, de ce fait important, qu'ils sont, ou non, nourris au sein. Et, précisément, son rôle est d'encourager les mères à allaiter elles-mêmes leur enfant, de n'accorder le bénéfice du lait que si le sein maternel est insuffisant. — Par des exemples saisissants, il montre la différence qui existe entre un enfant allaité artificiellement et un bébé que nourrit sa mère. Il encourage et félicite les mères qui prennent soin de leur enfant, et, pour donner encore une sanction plus forte à ses paroles, distribue, à certaines d'entre elles,

des dons en nature, toujours fort appréciés, tels que : objets de layettes récompenses en argent, bons de viandes, de charbon, etc.

Par ces divers moyens, s'établit une émulation entre les mères qui veulent rivaliser de zèle pour le nourrissage de leur enfant. Le spectacle de ces consultations est, d'ailleurs, profitable, non seulement aux mères qui les suivent, mais encore aux médecins qui les dirigent et aux différentes personnes qui se constituent leurs aides dévoués et attentifs.

Pour les médecins, tout d'abord, les Gouttes de Lait sont des champs d'études très étendus et particulièrement fertiles en enseignements. Mieux que dans les services hospitaliers où ils ont sous les yeux des enfants déjà fortement tarés, depuis longtemps malades, profondément infectés, les médecins peuvent y étudier cette question complexe qu'est l'allaitement artificiel, y soigner des atrophiques, des rachitiques, des nourrissons syphilitiques ou tuberculeux. M. Variot, le distingué puériculteur qui, le premier en France, a institué une distribution de lait stérilisé dans son dispensaire de Belleville, a très heureusement insisté sur ce point.

Mais, en outre, les Gouttes de Lait sont des institutions qui servent de champs d'études pour ceux ou celles qui, de par leur situation sociale, doivent, de toute nécessité, s'intéresser à la puériculture.

A ces consultations, en effet, pourraient et devraient assister régulièrement : le personnel des crèches, les berceuses, les gardes-malades, les institutrices, les sages-femmes. A Boulogne-sur-Mer, le Dr Aigre a même obtenu que des jeunes filles, appartenant aux écoles supérieures de la ville, soient inscrites à tour de rôle, accomplissant un stage, qui les instruit dans leurs fonctions de futures mères.

Si l'on veut considérer quels résultats ont été obtenus déjà par la création et le développement des Gouttes de Lait, on reconnaitra qu'ils sont satisfaisants et qu'ils encouragent les efforts. Elles permettent, dans le cas où l'allaitement maternel est insuffisant, de distribuer du lait de bonne qualité, scientifiquement contrôlé, pour l'élevage d'enfants surveillés médicalement. N'y a-t-il pas là des avantages appréciables?

Toutefois l'évaluation exacte de ces avantages paraît difficile et on ne peut encore émettre des affirmations précises sur les résultats généraux obtenus par ces œuvres.

L'établissement de statistiques précises soulève des difficultés très grandes qu'il convient, en toute loyauté, d'exposer.

En premier lieu, leur recrutement s'opère dans des milieux sociaux qui ne sont point identiques, comparés les uns aux autres. Certaines Gouttes de Lait comprennent des enfants pris dans une population miséreuse, observant très peu les principes d'hygiène infantile qui lui sont inculqués. D'autres, au contraire, recrutent les bénéficiaires du lait dans la classe ouvrière plus aisée et la différence du niveau matériel, se traduit par une

hygiène meilleure. La proportion respective du nourrissage au sein et de l'allaitement artificiel a également une importance capitale, sinon même décisive. Les résultats généraux de telle ou telle œuvre sont souvent d'une appréciation difficile, car la population est très mouvante; les enfants y sont inscrits pour un temps très court. Les parents changent de domicile et ne peuvent être retrouvés. Parfois, on ne tient pas un compte suffisant des différences de mortalité à tel ou tel mois de la première année; et si l'on voulait tirer des conclusions rigoureuses, il faudrait comparer mois par mois, la mortalité dans une ville ou une agglomération déterminées. avant puis après l'établissement des Gouttes de Lait : Or, ce travail de statistique n'est pas aisé dans un grand centre, il convient mieux aux petites villes ou aux communes peu importantes. Un facteur trop souvent négligé est le nombre annuel des naissances, à mettre en regard de celui fourni par les tables de mortalité. Enfin, il est quelques éléments, d'importance plutôt secondaire, mais qu'il ne faut pas reléguer par trop ; ce sont les variations de la température extérieure qui causent des décès d'enfants différents suivant les années.

On voit donc que si l'on tient compte de toutes ces réserves, il est plutôt malaisé de préciser les résultats réels obtenus par l'institution des Gouttes de Lait. D'ailleurs, dans cet ordre d'idées, on doit savoir attendre et être persuadé que les fruits tarderont à germer, et qu'on ne sera vraiment en droit de les recueillir que dans un avenir relativement lointain.

Un seul point semble acquis et il n'est pas sans importance : c'est que les Gouttes de Lait jouent un rôle dans la prophylaxie de la tuberculose du premier âge. Que ce soit en distribuant du lait de bonne qualité, exempt des germes producteurs de cette maladie, ou que ce soit par un moyen indirect, en permettant une surveillance médicale de la mère et de l'enfant, il n'importe : la question est d'un ordre doctrinal qui n'est pas encore suffisamment tranché à l'heure actuelle. Mais il semble, du moins, avéré que les Gouttes de Lait contribueront, désormais, à diminuer la mortalité par tuberculose dans le premier âge.

Ce n'est pas cependant qu'on n'ait pu formuler contre elles quelques critiques et que leur établissement soit approuvé par le consensus médical unanime. Parmi les reproches qui leur ont été adressés, le principal est que, par leur fonctionnement même, elles tendent à diminuer de plus en plus l'allaitement maternel.

A ce point de vue, elles ont été opposées aux « consultations de nourrissons » qui, elles aussi, ont été fondées en France et développées avec une inlassable énergie par le regretté professeur Budin. Ce dernier, en 1892, avait créé une consultation annexée à son service de la Maternité et qui avait pour objet de suivre les enfants nés à l'hôpital, pendant la première année au moins de leur existence. A leur origine, elles admettaient

seulement les mères ayant accouché dans l'hôpital même puis on permit aux mères « du dehors » de les suivre. Enfin on adjoignit à quelques-unes d'entre elles un service de distribution de lait bouilli ou soxhlétisé pour suppléer à l'insuffisance du nourrissage féminin. Mais il était établi que cette distribution de lait n'était qu'accessoire. La fortune de ces consultations fut très rapide et les accoucheurs rivalisèrent de zèle pour en établir dans leurs services hospitaliers.

Au contraire, les Gouttes de Lait, en distribuant systématiquement du lait, en ouvrant, sans distinction aucune, leurs portes aux mères désireuses de les fréquenter, paraissaient favoriser l'allaitement artificiel. Des controverses assez vives s'établirent même dans les deux camps; des polémiques s'échangèrent.

A l'heure actuelle, l'accord semble bien près de se faire. La distinction ancienne établie par M. Variot en Gouttes de Lait obstétricales et médicales tend à s'effacer de plus en plus. D'une part, les directeurs des consultations de nourrissons ont élargi les cadres de ces dernières en admettant : les enfants venus du dehors, au même titre que ceux nés dans l'hôpital même, les débiles, les atrophiques et quelques enfants allaités artificiellement, sans distinction aucune; ils donnent des conseils aux uns et aux autres. Ce n'est pas à dire cependant que toutes les consultations se soient ainsi transformées; mais le changement est réalisé dans les consultations annexées aux grands hôpitaux. D'autre part, stimulés par les critiques, les médecins fondateurs des Gouttes de Lait se sont ingéniés à encourager le nourrissage maternel et se sont montrés plus rigoureux pour délivrer le lait stérilisé. Avec ces concessions réciproques, l'accord entre ces deux œuvres de puériculture peut et doit s'opérer.

D'ailleurs, les Gouttes de Lait ont toujours reconnu qu'elles puisaient les raisons de leur existence dans l'impossibilité où se trouvent certaines mères de nourrir leur enfant, même après une tentative loyale et prolongée. Elles constituent un pis-aller. *Faute de mieux,* telle est leur devise. Mais, du moins, par elles, est fourni un lait de meilleur qualité que celui acheté chez les laitiers, souvent sans scrupule, d'une grande ville; par elles, est réalisée une surveillance salutaire du premier âge.

Aux consultations de nourrissons comme aux Gouttes de Lait, on a adressé le reproche qu'en réunissant des enfants, elles favorisaient, chez eux, l'éclosion des maladies contagieuses, spécialement des fièvres éruptives. Mais il ne semble pas que cette critique ait un fondement très sérieux car les contaminations ne sont pas très fréquentes. D'ailleurs, pareil reproche pourrait être également formulé contre *toutes* les agglomérations d'enfants : crèches, dispensaires, refuges, pouponnières, etc. On se demande s'il peut être mis en balance avec les bénéfices retirés de ces œuvres.

Telle est l'organisation actuelle des Gouttes de Lait françaises.

Que si on les compare aux institutions semblables de l'étranger, on ne peut s'empêcher de conclure à la prééminence des premières sur les secondes.

Tout d'abord, les Gouttes de Lait de l'étranger sont, de beaucoup moins nombreuses. Il est vrai que l'Amérique du Nord a vu, en 1893, éclore les distributions de lait, imaginées par Nathan Strauss, mais elles ne répondent pas, de tous points, au plan tracé par le docteur Dufour. L'Angleterre possède des Milk Depots. En Espagne, cette institution s'appelle La Gota de Leche. L'Allemagne, la dénomme Milküchen. On peut remarquer que dans ce dernier pays, les fondations de ce genre n'ont pas encore un développement considérable. Dans une monographie consacrée à l'étude de la puériculture *(lot. cit.)*, A. Reller, indique que leur nombre s'élève seulement à quarante (1908).

De cette pénurie relative, les raisons sont multiples. Une des principales, pour certains pays, est la diffusion de l'allaitement maternel : en Italie par exemple, la pratique de l'élevage au sein est, pour ainsi dire, la règle, les Gouttes de Lait n'apparaissent point comme une nécessité première. Dans d'autres pays ou dans d'autres régions, on peut invoquer l'état embryonnaire encore des œuvres d'assistance ou d'hygiène infantiles, ainsi que le défaut de coordination ou d'énergie des initiatives privées ou publiques.

Un autre élément à considérer est le suivant. Les Gouttes de Lait, du type Dufour, telles qu'on les conçoit en France, possèdent presque toutes une direction médicale. C'est un médecin qui les créé, de même qu'il en surveille le fonctionnement régulier, de la manière que j'ai indiquée précédemment. A l'étranger (en Allemagne, en Angleterre, en Amérique), la nécessité d'un contrôle médical n'a pas paru, à tort, aussi urgente. Elles constituent ainsi des dépôts, des dispensaires, où l'on distribue du lait certainement irréprochable, mais on ne peut y faire de la puériculture rationnelle. Le lait y est livré sans examen des nourrissons, suivant une formule dont le caractère mathématique peut constituer un danger, car on ne peut établir, dans l'alimentation des nourrissons, un barème applicable à tous les sujets.

Au Congrès des Gouttes de Lait de Bruxelles (1907), sous l'impulsion de MM. Siegert et Schlossmann, et avec l'assentiment de tous les médecins présents, il a été déclaré qu'une Goutte de Lait, sans surveillance médicale, constituait un véritable non-sens hygiénique.

Il est à souhaiter que ces données soient admises par tous et dans tous les pays, que le type général de ces œuvres soit uniformisé. Les Gouttes de Lait actuellement existantes devront répondre à ce desideratum, celles à venir l'inscriront, de toute nécessité, dans leur programme; et, par ce

moyen, les unes et les autres se placeront au premier rang dans les œuvres de puériculture.

Discussion. — M. ARLOING fait ressortir les différences qui existent entre les *Gouttes de Lait françaises* et les *Gouttes de Lait allemandes.*

M. ATTAIX

Docteur en Médecine (Clermont-Ferrand).

DES GOUTTES DE LAIT ; DE L'ORGANISATION A LEUR DONNER POUR EN FAIRE UN FACTEUR D'HYGIÈNE SOCIAL

— *1 août* —

Il y a maintenant dix-huit ans environ qu'a été établie en France la première Goutte de Lait. Nous savons tous que l'honneur en revient au docteur Dufour qui installa cette œuvre à Fécamp. L'idée qui inspira le docteur Dufour était de fournir aux mères de famille nécessiteuses du lait de bonne qualité et en quantité convenable.

Je ne sais si l'on songe quelquefois comment était faite et comment est encore faite l'alimentation artificielle dans les classes pauvres. La mère de famille pauvre, qui ne nourrit pas son enfant au sein, va travailler une grande partie de la journée à l'extérieur : aux champs, à l'atelier, à l'usine, etc. Elle confie son petit enfant à la grande sœur ou à la voisine, et charge soit l'une, soit l'autre de prendre du lait dans le pot au lait et de le donner quand l'enfant crie.

Mais avant d'arriver à ce pot au lait, le lait a été manipulé un grand nombre de fois, dans des récipients qui sont loin d'être propres.

Puis ce lait reste la journée entière là, découvert, dans une pièce mal aérée, en été par les temps orageux, en hiver dans l'atmosphère surchauffée de la cuisine, et bouillon de culture fort bien ensemencé, est administré à l'enfant à l'aide d'un verre sale ou d'un biberon à tubes.

Entre ce tableau, que je viens de vous tracer rapidement, et l'alimentation au sein il y a quelque distance. Il n'est donc pas étonnant que, toutes les fois qu'une alimentatiou artificielle sera faite dans ces conditions, les résultats seront déplorables et la mortalité infantile effrayante. C'est pour cela que le docteur Dufour a songé à instituer une OEuvre, qui s'interposerait entre la mamelle de la vache et la bouche de l'enfant, qui ferait disparaitre toutes les causes de contamination du lait et donnerait au pauvre petit être, privé du sein maternel, un lait qui s'en rapprocherait le plus possible, sinon par la qualité, mais tout au moins par la propreté. Cette

OEuvre fut baptisée : *Goutte de Lait*, nom qui a fait fortune, qui a gagné non seulement la France, mais l'étranger.

Aussi dès 1902, M. le professeur Bousquet, alors président au Syndicat médical, et directeur de l'École de Médecine, songea-t-il à doter notre belle ville d'une œuvre si utile et si intéressante.

Il fit une conférence fort remarquée le 24 janvier 1902 ; à la suite il réunit toutes les bonnes volontés de la ville qui pouvaient s'intéresser à la santé des petits enfants. Il nous fit l'honneur de nous confier la direction médicale de l'OEuvre ; et depuis cette époque cette OEuvre en notre ville n'a fait que rendre des services tous les jours plus nombreux.

Mais comme toute œuvre humaine, l'OEuvre du docteur Dufour fut bientôt critiquée par tous ceux qui avaient quelque dépit de voir l'essor pris par les Gouttes de Lait. Aussi de nombreux griefs lui furent-ils adressés ; parmi ceux-ci, je n'en retiendrai que deux, en m'attachant à vous en démontrer l'inanité.

Et tout d'abord, la Goutte de Lait est une prime à l'alimentation artificielle au détriment de l'alimentation naturelle. Ne l'a-t-on pas assez retourné sous toutes ses faces, ce reproche ! Vous donnez du bon lait à vos enfants ; dans ces conditions, vous donnez aux mères de famille négligentes de leur devoir, la facilité de se procurer un lait présentant toutes les garanties désirables, et ces femmes, plutôt que de se faire violence, mettront leur enfant au biberon.

Ce raisonnement, ne tient pas debout, pour peu que le parti-pris soit mis de côté. De ce que quelques mères de famille failliront au devoir d'allaiter, devoir sacré pour toute mère digne de ce nom, il s'en suivrait qu'une foule de petits enfants seraient privés d'une nourriture saine, alors que leurs mères à eux se trouvent dans l'impossibilité absolue de leur donner le sein !

Est-il bien démontré, du reste, que ces mauvaises mères n'auraient pas supprimé l'allaitement naturel pour le remplacer par l'allaitement artificiel, sans la perspective de mettre leur enfant à la Goutte de Lait ?

Mais, à côté de ces mères coupables, combien y en a-t-il qui, avec ou sans Goutte de Lait, sont dans l'impossibilité d'allaiter leur enfant ! Il y a tout d'abord les femmes dont la lactation est nulle, car l'aphorisme qui veut que toute femme qui a un enfant, puisse l'allaiter, n'est malheureusement pas toujours vrai. Et les femmes malades, les tuberculeuses, les femmes aux suites de couches pathologiques, songerez-vous à leur faire allaiter leur enfant ?

D'un autre côté, combien de malheureuses, à peine relevées de leurs couches, doivent aller à l'atelier, à l'usine, au travail de toutes sortes, au labeur incessant de toute une journée ; ce qui ne leur permet plus d'avoir du lait, ou alors un lait pauvre, sans richesse nutritive, qui nourrit mal

l'enfant, qui épuise la mère un peu plus, amenant ainsi pour les deux une misère physiologique telle que toute maladie contagieuse en fera une proie facile.

Alors, vous diront les détracteurs des OEuvres du docteur Dufour, qu'on mette les enfants en nourrice, au sein, à la campagne ! Dans ce milieu, ces jeunes être seront en meilleur terrain pour grandir ! C'est vrai, je reconnais la justesse de cette observation. Il est certain que l'allaitement maternel faisant défaut, il serait préférable de le remplacer par un allaitement au sein mercenaire.

Mais une nourrice mercenaire coûte cher ; et peu de familles ouvrières peuvent se payer cette chose, si utile pourtant, mais d'un prix trop élevé pour leur modiques ressources. Puis, quand ces familles, faisant toutes les économies possibles, mettent leurs enfants en nourrice à un sein mercenaire, combien peu, parmi ces enfants, sont élevés consciencieusement au sein ! Une des nourrices mercenaires a son enfant de huit à dix mois qu'elle allaite encore et qui passe avant l'étranger ; la seconde va aux travaux des champs, la troisième est fatiguée, la quatrième..... que sais-je ; et, en fin de compte, le fameux allaitement au sein mercenaire se borne à un simple et banal élevage au biberon avec tous ses inconvénients, avec les caresses et la sollicitude maternelle en moins. D'autant plus que, si la campagne a pour elle le grand air, elle a d'un autre côté de fâcheux inconvénients, de grossiers préjugés sur la façon d'élever les enfants. La campagne est en effet persuadée que pour faire un homme bien bâti, ou une femme solide, il faut donner aux tout petits enfants de la soupe et des pommes de terre, quand ce n'est pas du lard et du vin.

Puis l'air est au dehors des demeures, mais l'intérieur des habitations est loin d'avoir l'aération voulue, et à la campagne, on laisse volontiers l'enfant à la maison ; de ce fait le bénéfice du grand air est nul.

Aussi, si, théoriquement, les détracteurs des Gouttes de Lait ont raison, malheureusement, pratiquement, ils ont tort, et devraient en convenir. Alors, *faute de mieux*, ce qui est la devise des Gouttes de Lait, que faire ? *Faute de mieux*, il faut faire ce qu'elles font : laisser toujours, ou tout au moins le plus souvent possible les enfants près de leurs mères, et leur fournir une bonne alimentation.

Voyons maintenant le second grief. Le lait que l'on fournit dans les Gouttes de Lait, n'est pas, dit-on, un lait vivant ; ses propriétés nutritives ne sont pas suffisantes, aussi les enfants peuvent-ils être atteints de maladies consécutives à cette alimentation, telles que le scorbut, le rachitisme, etc., ou bien les quantités que l'on y donne ne sont pas suffisantes ; les coupages ne sont pas ce qu'il devraient être ; en un mot, la qualité du lait n'est pas parfaite.

Le but des Gouttes de Lait est de fournir le meilleur lait possible, suivant

les ressources qu'elles ont à leur disposition, pour lutter contre ces grands mangeurs d'enfants : la diarrhée verte et le choléra infantile, son terrible suivant.

Or, les Gouttes de Lait arrivent-elles à un résultat appréciable? Cela n'est pas douteux. Et les statistiques le prouvent surabondamment. Alors que reproche-t-on aux Gouttes de Lait? Qu'un enfant, sur des milliers, a eu la fameuse maladie de Barlow; qu'un enfant, sur des milliers, a eu un peu de rachitisme; qu'un enfant, sur des milliers, a eu un développement un peu difficile! Quand, à côté de cela, elles font tomber la mortalité par diarrhée verte et choléra infantile de 8 et même 15 0/0 à 3, 2, 1 et quelquefois 1/2 0/0. Les chiffres sont les chiffres, et leur éloquence se passe de commentaires. Et puis ce fameux lait stérilisé qui, comme l'âne de la fable, a fait tout le mal, n'est pas aussi mort qu'on se plaît à le dire. Nos stérilisations ne sont le plus souvent que des pasteurisations répétées à 70 degrés, et lorsque nous employons la vapeur d'eau surchauffée à 102 ou à 104 degrés, notre lait contient encore des principes vivants et nutritifs bien suffisants. Les quelques courbes que je vous soumets, après la statistique de la Goutte de Clermont, vous le démontreront facilement.

Donc, mauvaises raisons en faveur d'une mauvaise cause. Les œuvres *Gouttes de Lait*, c'est entendu, ne sont pas des œuvres parfaites, car rien ne remplacera, nous le reconnaissons tous, l'alimentation naturelle par le sein. Mais il est pourtant préférable de faire une alimentation artificielle suivant des principes rigoureux d'hygiène, que de laisser l'enfant mourir avec le biberon à tubes, avec la soupe indigeste, ou même avec du lait, véritable milieu de cultures variées.

Les Gouttes de Lait sont donc des œuvres utiles et répondent à un besoin de la société. Que devrait-on faire alors pour les améliorer, pour les utiliser de notre mieux, pour les rendre en un mot un véritable facteur d'hygiène sociale?

A mon avis, trois conditions sont indispensables pour arriver à ce résultat. Il faut :

1° Que ces OEuvres inspirent confiance;

2° Que leur service médical soit très étendu;

3° Que leur rayon d'action soit augmenté.

Pour inspirer confiance, il faut, à toute Goutte de Lait, deux choses indispensables : la bonne qualité et la bonne manipulation du lait.

Il faut, en effet, que le lait fourni aux nourrissons soit un lait de première qualité, ni mouillé, ni écrémé, tel en un mot que la vache le fournit.

Pour ce faire, malheureusement, la majorité des Gouttes de Lait, et nous sommes dans ce cas, est forcée d'en passer par des laitiers, qui, malgré toute leur bonne volonté et toute leur conscience, sont loin de nous fournir le lait d'une façon idéale.

Ce qui serait de beaucoup préférable, ce serait, il n'en faut pas douter, une laiterie, propriété absolue et complète de l'OEuvre. Dans ces conditions, la stabulation des vaches laitières, choisies, sélectionnées, tuberculinées, la traite, les diverses manipulations, seraient faites suivant les règles de l'hygiène; l'alimentation des bêtes serait parfaite; on n'aurait du reste qu'à s'en rapporter aux travaux de notre maitre et ami le docteur Gautrez pour présenter toutes les garanties à ce sujet. Malheureusement, peu de Gouttes de Lait sont assez riches pour s'offrir ce luxe et, à part Rouen et deux ou trois autres villes en France, nos œuvres en sont réduites à passer par des tiers, en faisant exercer une surveillance régulière du lait soit par les laboratoires municipaux, soit par des chimistes de bonne volonté. Malgré ces imperfections, on arrive à avoir du lait de qualité convenable et ayant subi un minimum de manipulations : deux au maximum pour notre œuvre en particulier.

En effet, notre lait, trait dans un récipient *ad hoc*, est immédiatement mis dans des brocs spéciaux qui, cachetés, nous sont expédiés dans les deux heures qui suivent la traite. C'est alors que notre personnel intervient, et c'est là que pour toute œuvre de ce genre est la plus grosse pierre d'achoppement. Sans une gérante de toute confiance, plus de propreté assurée dans les biberons, dans les récipients où se font les coupages, plus de pasteurisations, de stérilisations faites dans les conditions voulues, une casse de biberons ruineuse. un lait mal préparé, se tournant, s'aigrissant; en un mot, une impossibilité absolue de faire œuvre utile.

C'est là le plus gros écueil. Sans gérante consciencieuse, je le répète, pas de Goutte de Lait possible. A Clermont-Ferrand, le problème a été résolu pour la satisfaction de tous.

Arrivons-en maintenant au second point, qui n'est pas sans quelque importance.

Toute Goutte de Lait a un médecin qui doit s'occuper de la partie médicale de l'OEuvre. Cherchons le rôle qu'il doit remplir et voyons s'il n'y a pas place pour les autres médecins pour une collaboration active au point de vue puériculture.

Personne d'entre nous, messieurs, n'ignore que dans beaucoup de classes de la société, je dirais même dans toutes les classes de la société, l'enfant qui vient de naître est considéré comme un être à part. Pour cet être à part, toutes les notions d'hygiène et d'alimentation surtout, même les plus élémentaires, sombrent dans un chaos fantastique. Et on assiste à des choses vraiment extraordinaires : on voit des enfants qui tètent, soit au sein soit au biberon, suivant l'alimentation, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sous le prétexte qu'il ne faut pas les laisser pleurer, qu'ils ont des coliques, qu'ils sont de grande vie, que le lait de la mère n'est pas nourrissant! Et si vous demandez aux mères de réfléchir, si vous leur

expliquez qu'un enfant est un adulte en miniature, et si vous leur demandez si elles mangent toute la journée et toute la nuit, vous les verrez s'étonner d'une pareille comparaison.

On voit mieux que cela, pour peu que l'on fréquente certaines classes de la société où l'alcool règne en maitre. On voit quelquefois des mères de famille, vacillant sur leurs jambes, portant un bébé de dix, douze ou quatorze mois; et ce pauvre petit, ballotté, secoué, vomissant quelquefois un liquide rougeâtre, démontrant ainsi que lui aussi a bu du vin, du café et bien d'autres choses encore.

Malheur à la femme qui a l'audace de baigner son enfant! Les rhumes, la faiblesse, tous les maux vont arriver à son bébé, car il faut savoir que l'eau est la grande malfaitrice. Ne croyez pas que ces idées sont seulement celles du *vulgum pecus;* mais elles sont partagées, malheureusement, par des esprits éclairés qui écrivent quelquefois des articles d'hygiène infantile où le bain est condamné!

Que de fautes contre l'hygiène je pourrais encore vous signaler! Vous les connaissez aussi bien que moi. Je ne vous demanderai maintenant qu'une seule chose : le médecin d'une œuvre comme la Goutte de Lait a-t-il quelque chose à faire au point de vue social? Poser la question est la résoudre.

Oui, tout médecin de Goutte de Lait doit faire pénétrer, dans la masse du peuple qui vient demander du lait pour ses enfants, les grands principes de l'élevage des enfants. Il doit s'enquérir des causes qui ont fait abandonner l'alimentation au sein en totalité ou en partie, et s'il ne juge pas suffisantes les raisons invoquées, il doit s'attacher à faire comprendre à la mère que la reprise de l'allaitement naturel est son intérêt et celui de son enfant. Pour mon compte personnel, il ne se passe pas d'année où je n'ai le contentement de voir des petits êtres reprendre le sein maternel.

Puis le médecin doit faire comprendre aux mères que l'alimentation doit être raisonnée, réglée, que l'enfant doit être d'une propreté rigoureuse et doit être sorti tous les jours.

Voilà bien un rôle social de quelque importance, car l'avenir de la race en dépend; mais ce n'est pas un rôle commode, ni facile, car les préjugés, les habitudes, sont des ennemis redoutables avec lesquels il faut compter.

Mais ne croyez-vous pas que les résultats seraient plus brillants, si au médecin de l'OEuvre se joignaient tous les médecins d'une même ville? Chaque médecin connaît en effet un certain nombre d'enfants, et je ne parle que de ceux de la classe ouvrière. Qui les empêcherait de grouper ces enfants, les faisant venir chez lui, à jour fixe, faisant comprendre à leurs mères l'importance des notions dont nous avons parlé? Qui les empêcherait d'envoyer ces enfants prendre à l'OEuvre Goutte de Lait une alimentation convenable, tout en gardant eux-mêmes la direction de l'élevage de

l'enfant, faisant varier suivant les besoins les qualités, les quantités de cette alimentation, par un mot remis à la mère et transmis à la gérante de l'OEuvre?

Rien ne les empêcherait non plus de les envoyer peser tous les huit, tous les quinze ou vingt-et-un jours, s'assurant ainsi de l'augmentation régulière de ces enfants ou de la diminution de leur poids.

Et ceci que les enfants soient au sein ou au biberon car, à mon avis, il faut accueillir aux Gouttes de Lait tous les enfants sans distinction d'alimentation.

Vous voyez par ce court aperçu quelle importance, à mon avis, devraient prendre les Gouttes de Lait.

Un autre point qui serait aussi à développer, ce serait la plus grande diffusion de ces OEuvres. Il est difficile d'établir une Goutte de Lait surtout au point de vue du fonctionnement maternel — personnel surtout — mais le lait des Gouttes de Lait, d'une façon générale, se conserve fort longtemps. Ici nous avons pu en envoyer à des enfants à la campagne, à Aurillac, à Paris même. Dans ces conditions, qui empêcherait les médecins des centres importants, des centres ouvriers surtout, de s'approvisionner de lait à l'OEuvre d'un grand centre voisin, et de répandre autour d'eux les notions d'hygiène infantile si importantes? — Une idée originale, qui est celle du docteur Bonnard, de Tournon (Ardèche), serait aussi à étudier. — Il voudrait qu'on établisse des dépôts de lait dans les gares, les endroits de passage, où les mères, quelquefois fort embarrassées, donnent à leur enfant un lait qui n'a de lait que le nom. Il suffirait pour cela d'une entente entre les différentes Gouttes de Lait ou OEuvres similaires avec les administrations de chemins de fer, les buffets.

Et dans les villes où ces OEuvres existent déjà, il devrait presque y avoir une obligation morale, pour tout enfant élevé au biberon, de venir s'approvisionner à la Goutte de Lait. On devrait répandre ces idées dans les écoles des jeunes filles, ces futures mères de famille. On devrait faire des conférences nombreuses sur l'élevage de l'enfant, et à force de le répéter, et à force de le redire, je ne doute pas du succès de l'entreprise.

Ne penserez-vous pas aussi que, là où les initiatives privées n'ont pas la puissance suffisante pour établir ces OEuvres, le service communal ou le service départemental devrait intervenir?

Le champ d'action des Gouttes de Lait, ainsi entendu, est loin d'être encore complètement défriché.

Aussi puissions-nous voir bientôt le jour où ces OEuvres seront en pleine prospérité, et seront pour tous : pays, familles, individus, de la plus grande utilité.

M. A. BROQUIN

Docteur en Médecine, Directeur du Bureau d'Hygiène (Troyes).

DU ROLE TYPHOÏGÈNE DE L'EAU ALIMENTAIRE

— 5 août —

Notre intention n'est pas de discuter dans cette communication les différents modes de propagation du bacille d'Eberth. Nous sommes d'ailleurs disposé à admettre un assez grand nombre de véhicules du germe typhoïdique; cependant il en est un dont on a contesté la prépondérance, et qui nous parait indéniable, c'est la véhiculation hydrique.

Depuis longtemps déjà, l'eau avait apparu comme créatrice de foyers de fièvre typhoïde.

Il a fallu arriver cependant aux épidémies d'Auxerre (1882-1883) et de Pierrefonds (1886) pour trouver une opinion médicale ferme relative au rôle typhoïdique de l'eau potable. Les preuves éclatantes tirées, depuis cette époque, de l'observation des faits n'ont pas toujours suffi pour inculquer à tous l'action typhoïgène de l'eau.

Aussi nous a-t-il semblé utile d'apporter une nouvelle preuve de ce mode de propagation qui, sans être exclusif, doit être considéré comme prépondérant dans la plupart des cas.

Jusqu'en 1899, la ville de Troyes recevait ses eaux potables de la Seine.

Ces eaux étaient distribuées au public, soit directement, après passage dans un bassin de décantation, soit indirectement après avoir traversé au préalable un mauvais filtre.

La prise de la Seine s'effectuait près du pont Saint-Dominique; la rivière recevait, en amont de la machine élévatoire, les souillures de nombreuses usines, papeteries, teintureries, etc., et les déjections d'une grande partie des habitants du quartier des Trévois.

Pendant tout le temps que Troyes fut alimenté en eau de Seine et en eau de puits, la population fut décimée par la fièvre typhoïde.

En 1896, une épidémie plus redoutable encore que les précédentes força l'administration militaire à prendre des mesures extraordinaires et la garnison fut enlevée, pendant plusieurs mois, à la ville pour la garantir de la contagion.

Pour nous faire une idée de la fréquence de la fièvre typhoïde à Troyes, considérons le tableau ci-joint, essentiellement instructif.

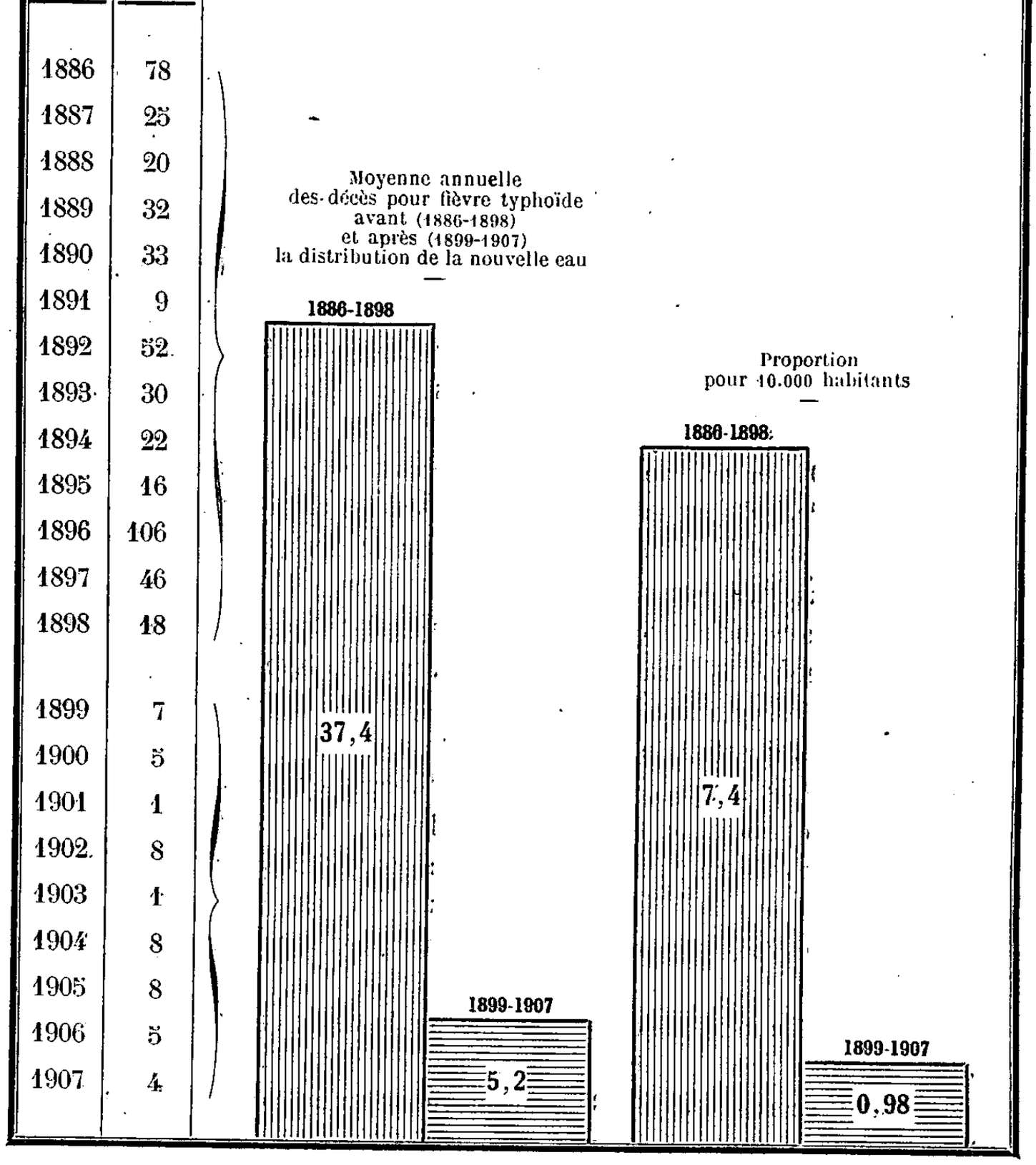
Pendant la période 1886-1898, la moyenne annuelle des décès par fièvre typhoïde était de 37,4, soit 7,4 pour 10.000 habitants.

En juillet 1899, la population civile et militaire recevait de l'eau de source à raison de 200 litres par jour et par habitant.

La fièvre typhoïde diminua aussitôt et la moyenne de la mortalité annuelle depuis cette époque n'est plus que de 5,2, c'est-à-dire 0,98 pour 10.000 habitants. Ces merveilleux résultats sont traduits par les graphiques ci-joints :

TABLEAU PAR ANNÉE (périodes 1886-1898 et 1899-1907)
DES DÉCÈS DUS A LA FIÈVRE TYPHOIDE.

ANNÉES	DÉCÈS
1886	78
1887	25
1888	20
1889	32
1890	33
1891	9
1892	52
1893	30
1894	22
1895	16
1896	106
1897	46
1898	18
1899	7
1900	5
1901	1
1902	8
1903	1
1904	8
1905	8
1906	5
1907	4



Si, d'autre part, on considère que la ville de Troyes n'a pas fait depuis 1886 d'autres gros travaux d'assainissement, il est impossible de contester à la mauvaise qualité de l'eau son pouvoir typhoïgène.

Aussi nous sommes tout disposé à admettre le rôle étiologique de l'eau dans la fièvre typhoïde pour une proportion de 75 0/0 au moins, ainsi que nous pouvons le calculer d'après nos résultats. Avant 1898, la mortalité était de 7,4 pour 10.000 habitants, depuis elle n'est plus que de 0,98, soit sept fois et demie moins fréquente, d'où une diminution de 75 0/0.

Les quelques cas de fièvre typhoïde qui se déclarent à présent dans notre ville sont dus, d'après nos enquêtes, à l'usage de l'eau de puits et, peut-être aussi, aux autres modes de propagation du bacille d'Eberth.

Quoi qu'il en soit, l'eau spécifiquement souillée reste le grand agent typhoïgène, aucun autre ne l'égale en fréquence, ce qui justifie suffisamment les lourds sacrifices que s'imposent les villes pour s'alimenter en eau potable.

M. MICHEL

(Lyon).

ÉTIOLOGIE DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE
ÉPIDÉMIE DE L'ARBRESLE, SEPTEMBRE-DÉCEMBRE 1907

— 5 août —

Dès le début, l'épidémie eût un caractère explosif. Les cas isolés constatés aux premiers jours de septembre se multiplièrent le 9. Il y eut 112 déclarations du 9 au 15 sur 270 cas enregistrés (27 morts). Le 12 septembre, le laboratoire du professeur Courmont avait déclaré le séro-diagnostic positif.

L'épidémie ne présentait pas la forme classique. Absence de diarrhée, de délire, de sécheresse de la langue, frisson de début, hypotension artérielle avec défaillance cardiaque, herpès labial, tel fut le tableau clinique.

Les eaux. — L'Arbresle est alimenté par deux sources, la Font-Devay et Saint-Germain avec une même origine probable, la hauteur des Oncins.

Enfin, il y a dans la commune plus de 100 puits.

Presque toutes ces eaux furent déclarées riches en coli-bacilles, dangereuses ou suspectes.

Seules, quelques eaux de puits auraient renfermé de l'Eberth. Dans celles de la commune, les bactériologues ne purent pas l'isoler, en raison de la quantité de coli.

Voilà donc, le bassin contaminé tout entier.

Toutefois, si l'on examine la marche de l'épidémie, il semble que les quartiers alimentés par les sources communales, plus particulièrement par la Font-Devay, aient été surtout frappés.

Suivons les conduits de la Font-Devay. L'eau superficielle n'a pas pu, au passage des tuyaux dans la Turdine, pénétrer à travers quelque ouverture puisque les conduits se trouvaient en charge.

D'autre part, lorsque les conduits furent nettoyés au permanganate, la rivière ne se colora pas.

Cherchons plus haut.

La source part de Calcaires à Gryphée au-dessous de cailloutis et de limons anciens.

Le 19 août, un cyclone passa au-dessus du bassin au travers du hameau d'Appinost et de la commune de Saint-Germain brisant les arbres, arrachant les vignes, jetant bas les clochetons de l'église.

Le 21, à l'Arbresle, une famille de trois personnes fut prise de phénomènes tels que son docteur pût croire à une intoxication alimentaire. Elle devait huit jours après payer un large tribut au fléau.

Le cyclone avait mélangé les eaux de surface à celles plus profondes et contaminé les unes par les autres.

Voilà pour la présence du bacillus-coli, venu des fosses débordées, des engrais entraînés, mais d'où aurait pu provenir l'Eberth?

Chaque année à Bully, à Saint-Germain, les deux communes limitrophes, il y a des cas isolés de fièvre et les bacillophores ont contaminé évidemment ces terrains dont les eaux s'écoulent à travers les calcaires.

Toutefois, il reste à établir que l'abondance du coli a dissimulé les preuves de l'existence de l'Eberth.

En résumé, de l'épidémie de l'Arbresle, nous sommes forcé de conclure qu'à forme clinique atypique correspond un tableau bactériologique où le bacille d'Eberth n'est pas spécifique.

Nous avons eu à l'Arbresle une forme de dothiénentérie résultant de l'association des deux microbes avec températures inverses de début, crises tétaniques et abaissement de température pouvant aller jusqu'à 34°,6.

La fièvre typhoïde n'est pas une, car toutes ces formes typhoïdes, paratyphoïdes, infection par le coli se tiennent : ce sont les divers parent d'une même famille, la *bacillose* (?) de l'intestin!

M. Léon PETIT

Docteur en Médecine (Couterne) (Orne).

FIÈVRE TYPHOÏDE

— 5 août —

Le 9 juin de cette année, j'étais appelé à donner mes soins à Mme R.., de la Reinière, commune d'Haleine, petit village qui touche Couterne. Je constatai, chez cette dame, de la diarrhée, sécheresse de la langue, un malaise général : mon diagnostic ne fut pas précis. Je pensai à une grippe à forme gastro-intestinale. Le 11, je vois la voisine, femme d'un facteur. Celle-ci avait de la diarrhée, du délire, de l'embarras de la parole, fièvre: 40°5. Elle succombait, d'ailleurs, huit jours après; puis les malades, à la Reinière, se succèdent. Je suis appelé successivement chez deux, trois, cinq, dix, douze. Le 23 juin j'en avais examiné quarante-deux, tant à la Reinière qu'à Couterne, en des points différents du bourg, tous paraissaient atteints de la même affection; cependant, plusieurs n'avaient pas de diarrhée, quelques-uns avaient de la constipation même. Mais chez tous j'ai constaté: langue saburrale, grande dépression, malaise général, fièvre intense de 39 à 40 degrés.

Pendant ce temps, je cherchais quel était le lien qui pouvait unir tous ces cas; or, en sortant de donner mes soins à l'une de mes clientes, je croisai, portant du lait, la sœur de Mme R..., ma première malade. Or, Mme R..., était la laitière attitrée de la maison, sa sœur portait le lait en son lieu et place. Je me souvins aussitôt que mon ami le pharmacien, qui avait été touché, était client de la même maison : j'allai aussitôt chez tous mes malades et leur demandai quel était leur fournisseur de lait, tous me firent la même réponse : « Nous prenons notre lait chez Mme R... » Par contre, quelques voisins du même village étaient indemnes, mais ces voisins prenaient du lait ailleurs.

Au village de Chesnayes, canton de Saint-Julien-du-Terroux (Mayenne), à 2 kilomètres de Couterne, je suis appelé pour un cas semblable chez une dame S.... Je fais mon enquête : cette dame avait fait, il y avait quinze jours environ, la lessive chez M. G..., propriétaire de la ferme des époux R... et avait à 4 heures du soir absorbé un grand bol de lait provenant de la ferme susdite.

Le 12 juillet, je reçus une lettre d'un confrère de Mantes-sur-Seine, me disant avoir donné ses soins vers le 25 juin, à une jeune fille de vingt ans revenant de Couterne : il a constaté de l'anorexie, une langue saburrale, céphalée, 39°5 ; au bout de six à sept jours, hémorragie intestinale à 4 heures du matin, décès à 8 heures. Je me renseigne. Cette jeune personne était venue à Couterne pour assister à l'enterrement d'une tante décédée des suites d'une affection quelconque, elle réside dix jours à la Reinière, boit chaque soir un grand bol de lait provenant de chez Mme R..., à sa rentrée à Mantes, elle s'alite, diagnostic du confrère : fièvre typhoïde.

J'avais déjà fait le même diagnostic pour beaucoup de mes malades, car trois avaient eu des hémorragies intestinales. Chez plusieurs, j'ai constaté des taches rosées lenticulaires ; l'évolution de l'affection a duré trois

semaines environ. Puis, par le médecin des épidémies, le Dr Vézard, de Domfront, j'appris que le séro-diagnostic avait donné un résultat positif.

En résumé, j'ai eu soixante-deux malades, tous atteints d'une affection présentant les mêmes symptômes, tous avaient absorbé du lait provenant de la ferme de Mme R.... En dehors de ces soixante-deux personnes, aucun malade. Or, Mme R... avait été atteinte la première, je conclus que le lait avait servi de véhicule à la fièvre typhoïde. Mais par quel procédé? Mme R..., alors qu'elle était très malade, a continué à traire ses vaches, évidemment on peut concevoir ce mode de contamination du lait ; mais il est un autre mode qui, à mon avis, est bien plus rationnel : le puits de la ferme est dans la cour, à quelques mètres à peine du fumier ; Mme R... jetait ses déjections sur ledit fumier ; or, quinze jours avant ma première visite, alors que cette dame était en période d'incubation de son affection typhoïdique un orage violent s'est abattu sur notre région accompagné d'une véritable trombe d'eau et de grêlons énormes qui rebondirent évidemment du fumier dans le puits, joignez à cela les infiltrations produites par cette abondance inusitée d'eau et vous aurez ainsi le mécanisme de la contamination du puits que j'incrimine. Mme R... utilisait cette eau, non bouillie naturellement, pour le lavage de ses récipients, elle jetait simplement son eau sale, sans essuyer. Cette eau contaminée mise en présence du lait a formé un véritable bouillon de culture on ne peut plus favorable au développement du bacille d'Eberth, ce développement a été activé par la chaleur humide et orageuse de ces temps derniers. Inconsciemment, Mme R...en distribuant son lait, distribuait du bacille d'Eberth, les événements l'ont bien montré. En passant je ferai justice d'une accusation qu'on a portée contre la rivière la Vée, petit cours d'eau qui coule à 80 mètres environ de la ferme fatale, le niveau du puits est à 35 centimètres au-dessus du niveau de la rivière, donc aucune communication entre l'eau du puits et l'eau de la rivière.

De ces faits, je crois que l'on peut tirer une conclusion pratique : c'est qu'on ne saurait trop recommander aux laitières de s'entourer de grandes précautions lors de la traite de leur vache et dans la manipulation de leur lait. Toutes devraient se laver les mains au savon et à l'eau bouillie avant de toucher le pis de leurs bestiaux, tous les instruments, les récipients qui servent à leur profession de laitière devraient être passés à l'eau bouillante : toute personne souffrante devrait s'abstenir de manipuler le lait et se faire suppléer. Dans l'exercice de cette profession, il faudrait plus que dans toute autre de l'*Asepsie*.

Discussion. — M. Gautrez fait connaître des faits analogues constatés par lui il y a deux ans, attribuables à la contamination du lait et à celle des eaux.

M. Bezault. — Pour augmenter les moyens prophylactiques contre la typhoïde, dit-il, il faut partout exiger de l'eau pure, particulièrement dans le

cas où l'eau sert au lavage des récipients contenant le lait et même quelquefois à additionner le lait.

Ce qui a pour conséquence l'obligation d'épurer l'eau quand on reconnaît qu'elle est contaminée, ce qui, d'ailleurs, arrive souvent trop tard, lorsque la contamination est déjà produite.

Ne vaudrait-il pas mieux, à titre préventif, commencer par ne pas polluer les eaux, c'est-à-dire ne pas envoyer les eaux résiduaires des laiteries, fromageries, etc., sur le sol aux alentours des puits sans épuration préalable?

Il ne faudrait pas tolérer dans les vacheries notamment, les tas de fumier placés près du puits, surtout quand ils sont situés en amont.

M. VAUDREY fait remarquer que ces installations ne sont possibles que dans les grandes laiteries.

M. VIGENAUD expose les constatations qu'il a faites à la Goutelle en collaboration avec M. le Dr Andraud, de Bromont-Lamothe, et qui prouvent les dangers de la contamination des eaux de puits par les fumiers.

M. ROUVEIX fait connaître que certains habitants des campagnes croient nécessaire de mettre un peu d'eau dans le seau à lait pour éviter de faire tarir les vaches. Si cette eau est contaminée, il peut y avoir là un danger sérieux pour les consommateurs.

M. LOIR estime qu'il y a lieu de faire l'éducation des femmes en matière de laiterie. Il indique l'existence, en Amérique, d'une école spéciale d'agriculture où les jeunes filles viennent passer trois semaines. Elles y acquièrent des notions très sommaires de bactériologie et procèdent elles-mêmes à diverses manipulations qui leur font saisir très facilement l'utilité des mesures hygiéniques préconisées.

MM. A. RODET

Professeur de Microbiologie à la Faculté de Médecine

ET

H. BERTIN-SANS

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine (Montpellier).

DES RAPPORTS ENTRE LA FIÈVRE TYPHOÏDE ET L'ALIMENTATION EN EAU DANS LES VILLES DE L'HÉRAULT ET DES DÉPARTEMENTS VOISINS

— 7 août —

Amenés à entreprendre l'étude des relations entre la fièvre typhoïde et l'alimentation en eau dans les villes de notre région, nous avons fait porter notre étude sur les départements suivants : Hérault, Gard, partie contiguë des Bouches-du-Rhône, Lozère, Aveyron, Tarn, Aude et Pyrénées-Orientales, en considérant toutes les villes pour lesquelles nous avons pu avoir des documents sur la mortalité typhique, c'est-à-dire, à quelques rares exceptions près, toutes les villes de plus de 5.000 habitants, en tout quarante et une.

Pour nous renseigner sur le mode et les conditions d'alimentation en eau de ces quarante et une villes, nous avons adressé au maire de chacune d'elles un questionnaire. Nous avons reçu vingt-six réponses, rédigées, en général, avec beaucoup de soin. Pour les villes qui ne nous avaient pas envoyé de réponse, et pour compléter les renseignements sur les autres, nous avons eu recours à *l'Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eau de France, Algérie, Tunisie, etc.*, par MM. Imbeaux, Hoc, Van Lint et Peter.

Au point de vue de la fièvre typhoïde, le mieux, évidemment, aurait été de faire, pour chaque ville, une statistique de sa morbidité typhique; mais les médecins ne s'astreignant généralement pas, dans notre région, à l'obligation légale concernant la déclaration des maladies transmissibles, il nous était impossible de songer à établir de telles statistiques. Nous avons dû nous borner à envisager la mortalité. Celle-ci présente, d'ailleurs, avec la morbidité un rapport suffisamment constant pour que l'on puisse, en général, conclure de l'une à l'autre, tout au moins lorsque le chiffre des décès est assez élevé. Nous avons emprunté nos renseignements sur la mortalité typhique aux *Statistiques sanitaires des villes de France,* publiées par le Ministère de l'Intérieur, qui nous ont permis de remonter jusqu'en 1886 pour la plupart des villes, jusqu'à une date un peu moins éloignée pour d'autres. Sans doute, ces statistiques ont été l'objet de quelques critiques; mais c'étaient les documents les plus sûrs que nous puissions nous procurer, et l'on peut d'ailleurs admettre, avec Brouardel (1), que ces statistiques sont en général exactes pour la fièvre typhoïde, et que, si elles renferment quelques erreurs à cet égard, ce sont plutôt des erreurs par défaut. Si donc quelques-uns de nos chiffres demandaient à être majorés, nos conclusions générales n'en seraient que plus fondées. Nous avons également pu avoir quelques données intéressantes au sujet de la mortalité typhique spéciale aux garnisons, grâce à l'obligeance de M. Vallet, médecin-major attaché à la Direction du Service de santé du 16e corps. Le rapport qu'a bien voulu nous communiquer M. Vallet nous a en même temps fourni quelques renseignements complémentaires sur l'alimentation en eau de certaines villes de garnison du 16e corps.

Il nous a paru en outre intéressant de mettre en relief le degré de salubrité de chaque ville en rapprochant de sa situation, au point de vue de la fièvre typhoïde, sa situation sanitaire générale. Nous avons pour cela emprunté aux mêmes documents officiels les statistiques sur la mortalité générale.

Les quarante et une villes que nous avons pu comprendre dans notre étude se classent de la façon suivante, au point de vue de leur alimentation en eau, en ne considérant que le mode principal de cette alimentation pendant la période que nous avons visée :

Dix-huit ont été alimentées principalement en eau de source pendant toute la durée de cette période;

Quatre, en eau de puits filtrants ou galeries filtrantes;

Quatre, en eau de rivière par prise directe;

Trois, en eau de puits urbains;

Trois, en eau de provenance diverse (source et cours d'eau; source et puits filtrant; source, cours d'eau et galerie filtrante).

Huit ont modifié leur mode d'alimentation pendant la période consi-

(1) *La fièvre typhoïde dans les garnisons de France*, Paris, 1906.

dérée : en remplaçant des puits urbains par des puits filtrants, des prises directes en rivière ou des puits artésiens ; en substituant de l'eau prise directement en rivière à celle de galeries filtrantes ; ou encore en adjoignant l'eau de galeries filtrantes à une eau de source.

Une seule, Castres, a adopté un procédé de correction pendant le cours de la période : alimentée d'abord par de l'eau prise directement à une rivière, elle a installé des filtres à sable pour la purifier.

Dans toutes ces villes, les conditions d'*hygiène générale* sont plus ou moins défectueuses. Toutes les municipalités ne se montrent pas également soucieuses d'assainir leurs villes, ni même d'appliquer, à ce point de vue, les prescriptions de la nouvelle loi sanitaire de 1902. Cet état de choses est évidemment la conséquence de l'indifférence, en matière d'hygiène, de populations qui en violent constamment les règles les plus élémentaires. En ce qui concerne notamment le mode d'évacuation des immondices, il n'est nulle part tout à fait satisfaisant, et l'on constate même trop souvent encore l'absence de tout système. Remarquons, toutefois, qu'un certain nombre de municipalités, justement préoccupées d'améliorer l'hygiène de leur localité, se sont appliquées à perfectionner le mode d'évacuation des immondices par la construction d'égouts, la réfection d'anciens égouts ou l'extension du réseau existant. Malheureusement, le type adopté, même pour les nouveaux égouts, n'est pas toujours conforme aux données récentes de la science. Plusieurs municipalités ont également fait exécuter des travaux parfois importants, soit pour modifier, comme nous l'avons vu, le mode d'alimentation en eau, soit pour corriger des défectuosités du captage ou des canalisations.

L'examen de la *mortalité typhique* dans les villes que nous avons considérées montre qu'elles sont, en général, très éprouvées par la fièvre typhoïde. Il résulte, d'ailleurs, du rapport de Brouardel sur *la Fièvre typhoïde dans les garnisons de France* (1) que notre région est, avec la région de Marseille, celle qui paye à cette maladie le plus large tribut.

Dans l'ensemble de la période considérée, sur 41 villes, 31 ont une mortalité typhique supérieure à 30 pour 100.000. Pour 27, elle dépasse 40 ; et, pour 19, même 50, que l'on peut considérer comme un taux très élevé. 2 seulement ont une mortalité typhique faible, inférieure à 15 pour 100.000.

Si l'on considère les périodes quinquennales successives, on voit que la mortalité typhique a, en général, notablement diminué, mais qu'elle n'en reste pas moins, pour la plupart des villes, à un taux beaucoup trop élevé.

L'examen des courbes de mortalité particulières à chaque ville montre que les années 1890, 1891 et 1892 sont celles qui ont été le plus fréquem-

(1) Imprimerie Nationale, Paris, 1906.

ment caractérisées par d'importantes poussées épidémiques. Il a dû y avoir, sans doute, là une influence commune qui nous échappe.

Si nous considérons maintenant la *mortalité générale*, nous constatons que, de même que pour la mortalité typhique, elle est très forte pour la plupart des villes de notre région ; elle décroît le plus souvent pendant les périodes quinquennales successives, mais reste encore dans la dernière presque toujours trop élevée.

Pour l'ensemble de la période, 37 villes sur 41 ont eu une mortalité générale supérieure à 21,2 pour 1.000, mortalité moyenne de France pour la période considérée ; 13 dépassent même le chiffre de 25, qui peut être considéré comme excessif. Ce taux suffirait pour faire disparaître, en vingt ans, la moitié de la population.

Pour la dernière période, 1901-1904, pendant laquelle la mortalité moyenne de France a été de 19,6, 34 villes ont encore un taux supérieur à cette moyenne et 4 restent au-dessus de 25.

Si l'on rapproche la mortalité typhique du régime d'*alimentation en eau*, on constate qu'il n'existe point entre l'une et l'autre de relation constante. Les villes alimentées par un même régime présentent des mortalités typhiques extrêmement inégales. C'est ainsi, par exemple, que, pour les villes alimentées en eau de source, qui constituent le plus nombreux de nos groupes, nous trouvons les chiffres extrêmes de 19,5 et 68,6, voire même dans un cas de 151,9.

C'est ainsi encore que Lunel, qui est exclusivement alimenté en eau de puits, a une mortalité typhique (52,1) bien différente de celle d'Aubin (9,6) pendant la période du régime des puits ; de même, tandis que la mortalité typhique est très élevée pour certaines villes qui boivent de l'eau prise directement dans des cours d'eau, comme Arles (76) et Castres avant les filtres à sable (120,7), d'autres, alimentées par le même mode, ont une mortalité typhique très faible, comme Decazeville (9), Cransac et Aubin depuis l'adduction de l'eau du Lot (11 et 0). Enfin, parmi les villes alimentées par puits filtrants ou galeries filtrantes, remarquons l'écart entre Albi, avec sa mortalité de 14,2 depuis l'adoption de ce mode d'alimentation, et Béziers, Perpignan ou Tarascon, avec leur mortalité de 60,8, de 59,6 et 52,1.

Si nous classons les villes dans l'ordre de leur mortalité décroissante, on voit que les villes alimentées par un même mode, quel que soit d'ailleurs celui que l'on considère, se trouvent à tous les degrés de l'échelle. Les villes alimentées en eau de source n'ont pas, dans leur ensemble, une mortalité typhique inférieure à celles qui sont alimentées en eau de rivière ou en eau de puits ; on peut être frappé de cette absence de supériorité des eaux de source.

Ces constatations n'infirment point l'importance de l'eau comme facteur

étiologique de la fièvre typhoïde, importance qui est nettement établie par des observations sans nombre ; elles s'expliquent parfaitement par ce fait bien connu, qu'on ne saurait apprécier exclusivement la valeur hygiénique d'une eau d'après la nature du mode d'alimentation, et démontrent, en particulier, la faillite des sources de notre région.

En premier lieu, pour le régime des puits, la différence de mortalité signalée entre Lunel et Aubin est parfaitement en rapport avec la qualité de l'eau fournie par les puits de Lunel et le défaut de protection de la nappe qui les alimente. De même, pour les eaux de rivière, les écarts observés entre Arles et Castres d'une part, Decazeville, Cransac et Aubin de l'autre, s'expliquent fort bien, si l'on considère l'inégalité des causes de souillures des cours d'eau qui les alimentent (Rhône recevant des égouts en amont de la prise pour Arles, Agoût souillé par des agglomérations voisines pour Castres, Lot à pollution très éloignée pour Decazeville, Cransac et Aubin). En ce qui concerne les villes alimentées par puits filtrants ou galeries filtrantes, les différences constatées dans la mortalité typhique entre Albi d'une part, Béziers, Tarascon et Perpignan de l'autre, sont parfaitement en relation avec la qualité de l'eau captée et avec les défectuosités des travaux de captage (nappe souillée ou mal protégée à Tarascon et à Béziers, envahissement fréquent des galeries par la rivière à Perpignan). Enfin, pour le groupe des villes alimentées en eau de source, les différences que nous avons enregistrées s'accordent avec la qualité très inégale de l'eau utilisée.

Un grand nombre de sources donnent manifestement de l'eau de qualité variable, devenant, dans certaines circonstances, médiocre ou mauvaise, comme celles de l'Issanka pour Cette, du Lez pour Montpellier et de la Fontaine pour Nîmes. Ces variations dans la qualité de l'eau d'une même source montrent qu'il est essentiel de ne pas se fier à une seule analyse pour apprécier la valeur hygiénique d'une source. La qualité généralement médiocre de nombre de sources de nos régions est parfaitement en rapport avec la nature calcaire des terrains d'où elles émergent, avec la densité de la population et l'abondance de terrains cultivés sur leur bassin d'alimentation, souvent avec la variabilité et l'importance même de leur débit.

Non seulement les faits que nous avons constatés n'infirment pas, on vient de le voir, l'importance de l'origine hydrique de la fièvre typhoïde, mais même plusieurs exemples la confirment nettement. Bien souvent, il est vrai, les renseignements obtenus ont été insuffisants pour que nous puissions interpréter les faits ; mais, dans bien des cas, la relation est manifeste entre la mortalité typhique et la qualité de l'eau d'alimentation.

Souvent un changement de régime, des travaux d'amélioration ou de protection des canalisations ou du captage ont eu pour suite une baisse de la mortalité ; nous en avons trouvé une série d'exemples à Albi, Béziers,

Carcassonne, Cransac, Nîmes, Perpignan, Pézenas, Rivesaltes, Rodez. D'autres fois, au contraire, une hausse a été la conséquence de souillures accidentelles ou de l'adoption d'un système défectueux; c'est ce qui s'est produit à Béziers, Narbonne, Perpignan.

D'autre part, d'après les données qui nous ont été obligéamment fournies par M. Vallet, nous avons pu constater que, pour plusieurs villes, la mortalité typhique baissait dans la garnison, par suite de l'emploi de filtres ou d'appareils de stérilisation, alors qu'elle ne baissait pas dans la même proportion, ou se maintenait, ou même s'élevait, dans l'ensemble de la population; nous pouvons citer ici Béziers, Lunel, Montpellier, Narbonne, Perpignan.

Le seul exemple, Castres, que nous trouvions d'une ville ayant appliqué en grand un procédé de correction fournit des arguments très décisifs en faveur de cette thèse: ce sont, d'une part, l'épidémie de 1897, en coïncidence avec le fonctionnement défectueux de filtres très mal conduits, épidémie dont une enquête minutieuse a nettement démontré l'origine hydrique; de l'autre, l'amélioration très notable déterminée par l'usage de filtres mieux installés et mieux conduits.

CONCLUSIONS

Il résulte de cette étude que, si la mortalité typhique s'est abaissée, dans ces dernières années, pour la plupart des villes examinées, à la suite de travaux divers d'assainissement, et surtout d'améliorations apportées au régime de leur alimentation en eau, cette mortalité est encore en général de beaucoup trop élevée dans notre région. Cette situation mérite d'attirer l'attention des municipalités, qui devraient se faire un devoir d'y porter remède. Le taux élevé de la mortalité typhique coïncide dans la plupart des cas avec un taux de mortalité générale bien supérieur à la mortalité moyenne de la France, ce qui suffirait, en vertu de l'article 9 de la loi sanitaire du 15 février 1902, à faire une obligation aux municipalités de prendre des mesures d'assainissement.

Ce serait une erreur de croire que cette situation est irrémédiable et fatale dans notre région. Bon nombre de faits le démontrent nettement, et divers exemples établissent que, même dans de grandes villes, Albi, Rodez, la fièvre typhoïde peut, sinon complètement disparaître, du moins être considérablement réduite. Ce serait donc une faute grave que de rester inactif. L'attention des municipalités doit se porter plus spécialement sur l'alimentation en eau, qui, nous l'avons vu, est, en général, défectueuse.

Beaucoup de municipalités s'illusionnent sans doute encore au point de croire qu'une eau de source est nécessairement une eau d'alimentation de bonne qualité. Les faits que nous avons rapportés montrent que, dans notre

région, plus peut-être que partout ailleurs, cette confiance doit être considérée comme non justifiée; peu de sources y présentent des garanties suffisantes, et bon nombre de celles qui paraissent les meilleures sont exposées, de par la nature géologique de leur bassin d'alimentation, de par l'extension des cultures et de par l'accroissement de densité des populations, à perdre graduellement leurs qualités premières.

Les villes devraient donc songer, dans bien des cas, à appliquer des procédés de correction qui ont déjà fait leurs preuves et qui se répandent de plus en plus en Amérique, en Angleterre, en Allemagne, et même depuis peu de temps en France (banlieue de Paris, Nice, Pau, Cosne, Lectoure, etc.).

Pour celles qui auraient à se pourvoir d'une nouvelle eau d'alimentation, plutôt que de rechercher systématiquement une source plus ou moins lointaine, dont l'adduction nécessite souvent des frais considérables, il peut y avoir avantage, au double point de vue hygiénique et économique, à utiliser, en les corrigeant, les eaux qu'elles ont à leur portée. Quant à celles qui sont déjà suffisamment pourvues, bon nombre auraient sûrement intérêt à appliquer, comme l'a fait Castres et comme l'a entrepris Arles, un procédé de correction aux eaux déjà en usage, de source ou autres; elles y retrouveraient, en économie de vies humaines et de journées de maladies, un large dédommagement aux sacrifices pécuniaires qu'elles auraient à s'imposer à cet effet.

M. A. RODET

Professeur à la Faculté de Médecine

M. L. RIMBAUD

Chef de Clinique médicale

ET

M^lle RUBINSTEIN

(Montpellier).

RECHERCHES BACTÉRIOLOGIQUES SUR LES MATIÈRES FÉCALES DANS LA FIÈVRE TYPHOÏDE

— 7 août —

La question de l'étiologie de la fièvre typhoïde est loin d'être complètement résolue. La théorie classique, donnant comme base à cette étiologie le bacille d'Eberth considéré comme germe rigoureusement spécifique, se heurte toujours à de grosses difficultés et laisse persister plus d'une obscu-

rité; et connaissance des bacilles paratyphiques, c'est-à-dire de bacilles intermédiaires entre le B. coli et le bacille d'Eberth, pouvant indubitablement jouer le rôle d'agents typhogènes, est venue rajeunir et fortifier la thèse de l'étroite parenté du bacille d'Eberth et du coli et de l'origine colienne de la fièvre typhoïde. Nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de trouver, dans l'organisme des typhoïsants, les formes de passage conduisant insensiblement d'un type à l'autre, en passant par ces formes de transition aujourd'hui classiques qui sont les paratyphiques.

C'est à ce point de vue que nous avons étudié la flore microbienne de l'intestin des typhoïsants, en recherchant les variétés bacillaires de la famille Coli-Eberth.

Les selles étaient prélevées, chez les malades, en général, à la période d'état de leur fièvre typhoïde. Après dilution dans l'eau stérilisée, quelques gouttes étaient étalées sur des plaques de gélose.

Nous avons employé, au début, le milieu de Drigalski et le milieu de Endo simultanément. Ce dernier milieu nous a paru tout d'abord supérieur au premier, en raison de la netteté de la réaction colorante; cependant, certaines colonies qui ne rougissaient pas la gélose fuchsinée se comportaient dans la suite, comme du *B. coli*, et jamais sur ce milieu nous n'avons pu prélever une colonie d'Eberth. Aussi sommes-nous revenus au milieu de Drigalski, que nous avions momentanément abandonné. Certes, par cette méthode, les isolements ne sont pas toujours faciles. Un de ses principaux inconvénients tient à la difficulté d'appréciation des teintes : le milieu passe parfois du violet au rose par teintes insensibles; d'autre part, l'acidification de la gélose tournesolée diffuse, le rougissement n'est pas nettement limité aux colonies qui le produisent, il envahit des zones où a pu pousser une colonie non acidifiante qui se trouve ainsi reposer sur une zone rouge. Cependant, le plus souvent, il est possible de reconnaître la variété de germe à laquelle on a affaire, en appréciant la forme de la colonie; et, ainsi, avec quelque habitude, on évite le plus souvent le coli et les autres germes, pour ne prélever que l'Eberth ou les paratyphiques.

La colonie prélevée est d'abord examinée à l'état frais, puis avec coloration simple et avec coloration par la méthode de Gram.

Si l'on se trouve en présence d'un bacille éberthiforme, il est porté sur les milieux habituels de différenciation.

Tous nos types ont été successivement cultivés en : bouillon à 37 degrés, bouillon à 43 degrés, agar, gélatine; bouillon lactosé, milieu Grimbert; agar glycosé, agar rouge neutre; pomme de terre, eau peptonée (pour l'indol).

L'épreuve de l'agglutination a été faite, pour chacun d'eux, avec un sérum Eberth, un sérum paratyphique A, un sérum paratyphique B.

Les sérums-Eberth provenaient de moutons ou de chevaux immunisés

par M. Lagriffoul et l'un de nous pour leurs expériences en cours. Ces sérums agglutinaient au $\frac{1}{10.000}$ et plus certains bacilles d'Eberth.

Les sérums paratyphiques A ont été obtenus en faisant à des lapins des injections intraveineuses de cultures vivantes de paratyphique A, au nombre de trois ou quatre dans l'espace de quinze jours, et à la dose de un quart à un demi-centimètre cube. Après épreuve du pouvoir agglutinant du sérum, l'animal était saigné huit jours après la dernière injection. Les sérums paratyphiques B ont été préparés de même, sauf qu'il a fallu injecter toujours des doses moindres que pour le paratyphique A; plusieurs de nos animaux sont morts en cours d'immunisation. De la sorte, nous avons obtenu des sérums qui agglutinaient à $\frac{1}{1.000}$ et plus les bacilles paratyphiques A et paratyphiques B employés pour l'immunisation.

En suivant cette technique, nous avons isolé de nombreuses variétés de bacilles de la famille coli-Eberth. A côté du *B. coli* que nous avons évidemment trouvé dans tous les cas, nous avons isolé des B. d'Eberth types, des paratyphiques A et des paratyphiques B. Mais, souvent aussi, nous avons rencontré des bacilles ne possédant pas au complet les caractères de l'un ou l'autre de ces types, se rapprochant plus ou moins de l'Eberth, des paratyphiques ou du coli, s'éloignant cependant par quelques caractères importants, et que pour ces raisons nous avons appelés *types intermédiaires*.

Pour établir cette classification, nous nous sommes basés sur l'aspect de ces types dans les divers milieux, sur les réactions et les modifications qu'ils y déterminent et, surtout, sur leurs propriétés agglutinatives.

Nous avons étiqueté comme *B. d'Eberth types* ceux qui, présentant les caractères morphologiques, l'aspect de culture et les réactions bio-chimiques classiques, étaient agglutinés au $\frac{1}{1.000}$ et le plus souvent au $\frac{1}{10.000}$ par nos sérums-Eberth.

Pour classer nos paratyphiques dans le groupe A ou le groupe B, nous nous sommes basés sur le tableau de MM. Sacquépée et Chevrel. (*Ann. Institut Pasteur*, 25 janv. 1906, et *Bull. Institut Pasteur*, 30 janv. 1907.) Pour les *paratyphiques A :* morphologie éberthiforme; sur gélatine, gélose et en bouillon, aspect du bacille d'Eberth; pas de modification du lait; culture invisible sur pomme de terre; pas d'indol, pas de fermentation du lactose, fermentation gazeuse du glucose, décoloration et fluorescence de l'agar au rouge neutre. Pour le *paratyphique B :* morphologie du *B. coli* et même aspect que celui-ci sur gélatine, gélose et en bouillon; éclaircissement tardif du lait; culture très visible sur pomme de terre; pas d'indol, pas de fermentation ou fermentation légère du lactose, fermentation gazeuse du glucose, décoloration et fluorescence de l'agar au rouge neutre.

Mais, pour les séparer du bacille d'Eberth, du B. coli, et pour les diffé-

rencier entre eux, nous nous sommes tout particulièrement basés sur l'agglutination. Tous nos types ont été successivement éprouvés par nos sérums Eberth, paratyphiques A et paratyphiques B, et presque toujours nous avons déterminé la limite d'agglutination pour chacun d'eux, s'il y avait lieu.

Ajoutons que, pour la plupart de nos échantillons nous avons encore étudié leur action fermentative, en milieu de Barsiekow, sur le maltose, le galactose, l'arabinose, le glucose, le lévulose.

Quant aux *types intermédiaires*, nous avons considéré comme tels ceux qui, par plusieurs caractères ou par quelques caractères très importants, ne pouvaient être identifiés au types classiques. Certains ont pu ainsi être placés entre l'Eberth et les paratyphiques ; d'autres entre les paratyphiques et le coli ; d'autres enfin, tout en appartenant à la grande famille Eberth-Coli, n'ont pu prendre place d'une façon précise entre les types classiques.

Toutes ces recherches ont été faites sur des selles de typhoïsants traités à l'Hôpital suburbain de Montpellier dans les services de MM. les professeurs Grasset et Carrieu. Nous avons choisi à dessein les cas qui, par leur marche classique, présentaient le tableau le plus complet de la fièvre typhoïde; mais, à dessein aussi, nous avons pris de préférence, parmi beaucoup d'autres, ceux qui, malgré leur allure clinique caractéristique, avaient un séro-diagnostic de Widal négatif.

Les isolements ont été faits dans ces conditions chez *37 typhoïsants* cliniques. Neuf fois, nous n'avons isolé que du *B. coli* ou des germes n'appartenant pas à la famille Coli-Eberth. Nous ne voulons pas affirmer que, dans ces cas-là, il n'existait ni Eberth, ni paratyphiques; mais, soit par insuffisance de technique, soit par erreur ou contamination, les recherches, dans ces cas-là, ont dû être abandonnées.

Dans les *28 autres cas*, nous avons isolé des variétés nombreuses de bacilles appartenant à la famille Coli-Eberth. Nous groupons dans un tableau le résultat de ces isolements.

En résumé :

37 typhoïsants ont fourni des selles pour l'examen bactériologique;

9 fois, nous n'avons isolé que du *B. coli*, sans que l'on doive attacher beaucoup d'importance à ces résultats négatifs, qui, nous le répétons, doivent tenir, au moins, certains d'entre eux, à des défauts de technique.

28 cas, groupés dans le tableau nous intéressent seuls.

Ces 28 cas ont donné *59 bacilles*. Dans ce dénombrement, nous ne faisons pas entrer évidemment les bacilles qui, dans un même cas, se sont présentés avec des caractères identiques. Nous ne séparons que les types ayant présenté entre eux quelques différences. C'est ainsi, par exemple, qu'un Eberth (15ª) du cas n° 11 est agglutiné à $\frac{1}{10.000}$ par un sérum Eberth et donne, sur pomme de terre, une culture légèrement visible; l'autre

NUMÉROS D'ORDRE des cas	AGE de LA MALADIE	SÉRO-DIAGNOSTIC DE WIDAL avec LE SANG DU MALADE	BACILLES ISOLÉS
1	»	»	*Eberth 10a.*
—	»	»	*Eberth 10b.*
2	16e jour.	»	Para B 1.
3	»	»	Para B 8.
4	»	Négatif pour Eberth étalon.	*Eberth 11.*
	»	*Positif* 1/50 pour Eb. 11.	»
5	»	»	*Eberth 12a.*
—	»	»	*Eberth 12b.*
6	»	»	*Eberth 13a.*
—	»	»	*Eberth 13b.*
—	»	»	Para B 2.
—	»	»	Intermédiaire 3.
7	17e jour.	Négatif.	Para B 3a.
—	»	»	Para B 3b.
—	»	»	Intermédiaire 1.
—	»	»	Intermédiaire 2.
8	»	»	Intermédiaire 4.
9	»	»	Intermédiaire 5.
10	19e jour.	*Positif.*	*Eberth 14a.*
—	»	»	*Eberth 14b.*
—	»	»	*Eberth 14c.*
11	14e jour.	*Positif.*	*Eberth 15a.*
	»	»	*Eberth 15b.*
12	20e jour.	Négatif pour Eberth — étalon et pour ces Eberth 19a et 19b.	*Eberth 19a.*
—	»		Intermédiaire 6.
—	»		Intermédiaire 7.
—	»	»	Intermédiaire 8.

NUMÉROS D'ORDRE des cas	AGE de LA MALADIE	SÉRO-DIAGNOSTIC DE WIDAL avec LE SANG DU MALADE	BACILLES ISOLÉS
12	»	»	Intermédiaire 9.
—	»	»	*Eberth 19b*.
13	25e jour.	*Positif*.	Intermédiaire 10.
14	Période d'apyrexie.	*Positif*.	Para A 6.
—	»	»	Intermédiaire 11.
—	»	»	Intermédiaire 12.
15	22e jour.	*Positif*.	*Eberth 20a*.
—	»	»	*Eberth 20b*.
—	»	»	Intermédiaire 28.
16	13e jour.	*Positif*.	Para A 3.
—	23e jour.	»	Para A 5.
17	»	»	*Eberth 22*.
18	16e jour.	Négatif.	Para A 4.
—	»	»	Intermédiaire 13.
19	15e jour.	*Positif*.	Intermédiaire 14.
20	»	»	Intermédiaire 15.
21	19e jour.	Négatif.	Para A 1.
—	»	»	Intermédiaire 17.
—	»	»	Intermédiaire 18.
22	19e jour.	»	Para B 7.
—	»	»	Intermédiaire 19.
23	»	»	*Eberth 17*.
24	»	»	*Eberth 21*.

NUMÉROS D'ORDRE des cas	AGE de LA MALADIE	SÉRO-DIAGNOSTIC DE WIDAL avec LE SANG DU MALADE	BACILLES ISOLÉS
25	»	»	Para B 4.
26	»	Négatif.	Para A 5.
—	»	»	Para B 6.
—	»	»	Intermédiaire 22.
—	»	»	Intermédiaire 23.
27	»	»	*Eberth 18.*
—	»	»	Intermédiaire 24.
—	»	»	Intermédiaire 25.
28	29e jour.	»	Intermédiaire 26.
—	»	»	Intermédiaire 27.

Eberth (15b) du même cas n'est agglutiné par le même sérum qu'au $\frac{1}{500}$ et donne sur pomme de terre une culture invisible.

Dans ces conditions, nous avons donc isolé :

Eberth	20
Paratyphiques A.	6
Paratyphiques B.	8
Intermédiaires.	25

Le nombre des types intermédiaires est donc considérable. Certains de ces types sont particulièrement intéressants : les uns ont presque tous les caractères de l'Eberth ; les autres, presque toutes les réactions du *B. coli ;* quelques-uns se classent entre les paratyphiques et l'Eberth ou entre les paratyphiques et le coli. Nous ne pouvons décrire tous ces types, dont l'étude complète sera faite dans une publication ultérieure.

Si, maintenant, nous groupons les cas suivant les variétés de germes isolés, nous voyons que nous avons eu :

Une seule variété de germes.	1 seul Eberth.	dans	4 cas	18 cas.
	2 Eberth différents	—	3 cas	
	3 Eberth différents	—	1 cas	
	2 Paratyphiques A différents	—	1 cas	
	1 seul Paratyphique B	—	3 cas	
	1 seul Intermédiaire.	—	5 cas	
	2 Intermédiaires	—	1 cas	

Eberth accompagné.	2 Eberth, 1 Paratyphique B, 1 Intermédiaire.	dans	1 cas	4 cas.
	2 Eberth, 1 Intermédiaire	—	1 cas	
	2 Eberth, 4 Intermédiaires.	—	1 cas	
	1 Eberth, 2 Intermédiaires.	—	1 cas	
Paratyphique A accompagné.	1 Paratyphique A, 1 Paratyphique B, 2 Intermédiaires.	dans	1 cas	4 cas.
	1 Paratyphique A, 1 Intermédiaire .	—	1 cas	
	1 Paratyphique A, 2 Intermédiaires.	—	2 cas	
Paratyphique B accompagné.	2 Paratyphiques B, 2 Intermédiaires.	dans	1 cas	2 cas.
	1 Paratyphique B, 1 Intermédiaire .	—	1 cas	

Nous ferons remarquer que, sur ces 28 cas, 16 fois nous n'avons pas trouvé d'Eberth dans les selles de nos typhoïsants. Nous n'affirmons pas cependant qu'il n'y en eût pas, la technique pouvant avoir été en défaut; ce fait était cependant à noter. Du reste, parmi ces 16 malades sans Eberth, 5 fois le séro-diagnostic de Widal avait été négatif. D'autre part, dans 4 cas où le séro-diagnostic avait été positif, nous ne sommes pas parvenus à isoler de l'Eberth, mais seulement des paratyphiques ou des intermédiaires.

Fait plus intéressant, 2 fois, alors que le séro-diagnostic était négatif, nous avons trouvé de l'Eberth dans les selles des malades. Pour le cas n° 12, avec séro-diagnostic 2 fois négatif, fait au cours d'une première évolution et au cours d'une rechute, nous avons isolé deux Eberth classiques (Eberth 19ª, Eberth 19ᵇ). Ces deux Eberth n'étaient pas agglutinés par le sérum du malade. Pour le cas n° 4, au contraire, alors que le séro-diagnostic avait été négatif pour un Eberth étalon, il a été positif à $\frac{1}{50}$ pour l'Eberth du malade (Eberth 11).

Dans les selles des deux tiers des malades typhoïsants chez lesquels nous n'avons pas trouvé de bacille d'Eberth, nous avons pu isoler, soit des paratyphiques, soit des types intermédiaires. Il est possible que des bacilles d'Eberth aient existé, que notre technique ait laissé échapper.

Dans 4 cas seulement nous avons isolé un seul bacille d'Eberth. 7 fois nous avons trouvé, dans le même cas et au même moment, des bacilles d'Eberth différents entre eux. 4 fois le bacille d'Eberth (unique ou multiple) s'est trouvé associé au paratyphique B d'une part, à un ou plusieurs intermédiaires d'autre part.

Certains cas nous ont donné des paratyphiques seuls ou associés à des types intermédiaires; le paratyphique A et le paratyphique B ont été isolés ensemble dans un cas.

Quelquefois enfin (6 cas), nous avons trouvé des intermédiaires seuls.

De ces recherches, dont nous ne pouvons donner ici qu'un court aperçu, il ressort manifestement que, dans la fièvre typhoïde, la flore bacillaire de l'intestin, eu égard aux bacilles du groupe Coli-Eberth, est riche et com-

plexe. Dans le contenu intestinal des typhoïsants se trouvent très fréquemment, probablement toujours, des types bacillaires intermédiaires entre le *B. coli* et le bacille d'Eberth. Certains de ces bacilles correspondent aux types classés sous les noms de paratyphiques A et B; d'autres, les plus nombreux, semble-t-il, diffèrent à la fois du B. coli, du bacille d'Eberth et des paratyphiques A et B, se rapprochant plus ou moins de l'un ou de l'autre, sans s'identifier complètement avec aucun type classé.

Les cas où, à côté du *B. coli*, on ne décèle que le bacille d'Eberth et d'une seule variété, constituent l'exception. Parfois, on trouve, chez le même malade, deux ou trois bacilles méritant le nom de bacille d'Eberth, mais différant par des nuances sensibles. Plus souvent, ce sont des paratyphiques (paratyphiques proprement dits A ou B, ou « intermédiaires ».) Dans la majorité des cas, chez le même malade au même moment, coexistent plusieurs de ces types bacillaires : les paratyphiques ou intermédiaires sont associés diversement entre eux ou avec le bacille d'Eberth. Peut-être avec une technique plus parfaite, l'isolement d'un plus grand nombre de colonies dans chaque cas, constaterait-on que la présence simultanée de variétés multiples, y compris ou non le type Eberth classique, constituerait la règle constante.

Nos recherches ne doivent pas s'arrêter là; nous avons entrepris, d'une part, de faire des isolements aux divers âges de la maladie pour surprendre les modifications qui peuvent survenir dans ces types de la famille Eberth-Coli; d'autre part, d'étudier, par comparaison avec les selles des typhoïsants, les matières intestinales des sujets sains ou atteints d'affections diverses. Mais d'ores et déjà, il est permis de conclure par les propositions suivantes :

Les bacilles pouvant recevoir la qualification générale de paratyphiques sont très divers : il est impossible de les classer seulement sous deux ou trois types; ce sont de très nombreuses variétés qui comblent, par transitions absolument insensibles, la distance entre le bacille d'Eberth et le *B. coli*.

Ces bacilles abondent dans l'intestin des typhoïsants; la gamme complète s'y rencontre. Si cette constatation ne peut être donnée comme une preuve péremptoire en faveur de la thèse d'après laquelle les agents typhogènes dériveraient du *B. coli* par suite de modifications plus ou moins avancées, qui ne voit qu'elle constitue au moins un sérieux argument en sa faveur? Il semble qu'on saisit sur le vif, dans l'intestin des typhoïsants, cette modification graduelle.

Discussion. — M. VIGENAUD ne cache pas ses prédilections pour la théorie de MM. Roux et Rodet rattachant la fièvre typhoïde au coli-bacille plus ou moins transformé. Il cite l'observation d'une épidémie aux environs de Joigny, dont il fut témoin, étant médecin militaire, il y a vingt-cinq ans, et dans laquelle il ne put incriminer que les infiltrations de matières fécales dans le puits qui alimen-

tait le hameau, sans que l'enquête la plus minutieuse ait pu révéler le passage d'un typhoïdique dans la région.

M. Hocquart demande si, en présence des faits communiqués, il y a utilité à continuer de procéder aux examens prescrits par l'autorité militaire.

M. Arloing cite l'épidémie de Cluny et les recherches faites à cette occasion par M. Rodet, lesquelles semblent prouver le passage du *bacterium coli* au *bacille typhique*.

M. Tison trouve très intéressantes les communications qui précèdent et ne serait pas éloigné de voir là, dans une certaine mesure, l'explication des formes multiples de la fièvre typhoïde.

M. Rimbaud cite un cas dans lequel il a isolé le bacille d'Eberth, à la suite de la ponction de la rate.

M. Arloing donne lecture de la note ci-après qu'i la reçue de M. Aublé, médecin principal de l'armée à Reims :

L'exclusivisme excessif de la doctrine étiologique de la fièvre typhoïde basée sur l'origine hydrique seule est aujourd'hui jugé.

Je suis porté, en résumé, à penser que (le germe, bien entendu, étant toujours d'origine fécale) *les eaux polluées sont l'agent vecteur de beaucoup le plus fréquent*. J'ai noté cette étiologie dans trente groupes épidémiques sur cinquante, en chiffre rond.

Mais ce facteur est loin d'être seul.

Je n'ai pas observé personnellement de fait de transmission de la dothiénentérie par le lait.

J'ai, au contraire, des faits connus de transmission de la fièvre typhoïde dans des régiments de cavalerie, ayant manœuvré dans des terrains souillés par l'épandage.

Enfin, dans un travail antérieur, j'ai signalé un groupe de cas typhoïdes chez des soldats qui lavaient leur linge dans un lavoir ayant reçu des pièces contaminées par des typhoïdiques.

Le rôle des *poussières* doit donc, à mon avis, être tenu en compte sérieux dans la genèse possible de la fièvre typhoïde. C'est l'une des principales raisons qui plusieurs fois, dans des Congrès antérieurs, m'a conduit à insister, avec la plus ardente conviction, sur l'utilité de coaltariser les cours des casernes et l'aire des champs de manœuvres.

Enfin, la puissance infectante des *lavoirs*, dont un si grand nombre encore, sont établis dans les pires conditions d'hygiène, — l'eau ne s'y renouvelant pas, — est à retenir et mérite une attention plus générale, que celle que lui ont si justement accordée quelques observateurs avertis; en particulier M. le docteur Tachard, dont le savant travail présenté au Congrès d'Ajaccio (et dont j'avais personnellement suivi les opérations avec un vif intérêt pendant mon séjour à Nantes) est certainement présent à la mémoire des membres de la Section d'Hygiène.

En ce qui concerne la *contagion hospitalière*, j'en ai observé quelques cas dans ma pratique, mais je tiens cette origine pour rare.

M. Henrot (Reims), confirme les faits relatés dans cette note.

M. Loir cite plusieurs médecins militaires, qui ont publié des relations analogues.

M. Hocquart fait une communication sur une épidémie typhique qu'il a constatée à Bourges, épidémie qu'il attribue à l'emploi des tinettes mobiles.

M. Vigenaud raconte l'histoire d'une épidémie de fièvre typhoïde d'origine tellurique qu'il a observée dans cette ville même en 1888 — étant médecin-chef de l'hôpital militaire. Deux régiments seulement étaient atteints : le 92e d'infanterie et le 36e d'artillerie; à l'exclusion des autres troupes, notamment du 16e d'artillerie et d'un détachement du 38e d'infanterie. Or, toutes les troupes de la garnison buvaient la même eau, l'eau municipale, et il n'était guère possible d'admettre que cette eau put contaminer les uns en épargnant les autres. Du reste, la population était à peu près indemne.

En recherchant les causes possibles de l'épidémie, le docteur Vigenaud constata que la voirie municipale établissait un égout route de Lyon et que toutes les boues noirâtres et fétides tirées de l'ancienne tranchée étaient répandues sur le champ de manœuvres qui touche aux deux casernes des 92e et 36e. Elles s'étaient séchées et s'effritaient en produisant une fine poussière que les soldats en exercice ou en manœuvre pouvaient absorber soit avec la respiration, soit par ingestion. Les premiers temps, quand les boues étaient encore liquides, ils avaient pu en apporter à la semelle de leurs souliers jusque dans leurs chambrées. Il pense que là était la véritable cause de l'épidémie.

M. Gautrez estime que les statistiques de la fièvre typhoïde manquent parfois de précision. Il y a lieu de tenir compte de l'aspiration des eaux du sous-sol, lors des arrêts d'eau, par les fissures des conduites.

Les eaux de source les plus pures peuvent ainsi être contaminées.

Il faudrait donc mentionner, dans les statistiques, l'influence de ces arrêts d'eau.

M. LOIR

Professeur à la Faculté de Médecine (Montréal).

LA DOURINE AU CANADA (1)

— 7 août —

Dans le *Report on Maladie du Coït* or equine syphilis, by Dr W. L. Williams state veterinarian Illinois, on trouve les lignes suivantes :

« La maladie aurait été introduite directement de France par le cheval « Moore », étalon percheron venu à Monticello, Illinois, à l'âge de trois ans. Il fut vendu par Benson et Knapp, au printemps de 1883. »

Puis le rapport continue, en formulant une imputation qu'il doit être possible de réfuter.

« Du côté droit, sur la crête du cou, on voit une marque très nette, ce sont les lettres D. N. Je suis informé, d'une façon certaine, par le professeur Law et le Dr P. Paquin, que ceci indique que cet étalon a été condamné par les autorités vétérinaires françaises comme atteint de maladie du coït. » Il doit être possible d'établir que les lettres D. N. n'indiquent pas que le cheval ait été condamné par les vétérinaires de France.

Ce cas nous est reproché et il autorise les Américains et les Canadiens à entraver l'entrée des produits de notre élevage dans ces pays par des quaran-

(1) Voir Section d'Agronomie, page 1082 le mémoire complet.

taines injustifiées, tandis que les chevaux venant de Belgique n'ont pas les mêmes entraves. On exige que nos chevaux, même ceux qui partent du Havre où la dourine est inconnue, soient accompagnés d'un certificat constatant que la dourine et la morve n'existent pas dans le port d'embarquement.

M. Loir est d'avis qu'il serait bon de charger M. Arloing, à l'occasion de son prochain voyage à Washington, de réfuter l'opinion répandue au Canada que la dourine existe en France, et qu'elle a pu être importée au Canada par un cheval français.

Discussion. — M. Aureggio émet l'idée que la maladie constatée au Canada pourrait ne pas être la dourine, car cette maladie n'a jamais été signalée sur notre race percheronne. D'autre part, le séjour de deux ans fait aux États-Unis avant la constatation de la dourine sur le cheval dont parle M. Loir permet d'admettre une contamination postérieure à l'arrivée en Amérique. Les lettres D. N. ne veulent d'ailleurs pas dire « dourine »; elles ne peuvent que représenter une marque de propriétaire.

Ces renseignements sont confirmés par M. Rabieaux, inspecteur général des services sanitaires vétérinaires au Ministère de l'Agriculture, qui déclare que dans les cas de dourine, les animaux sont marqués *au feu*, sur le côté *gauche* de l'encolure, des lettres S. S. (Service Sanitaire.) Décret du 6 octobre 1904, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi sur le Code Rural du 21 juin 1898, art. 7 et 74.

Après un échange d'observations, il est entendu que M. Arloing attirera l'attention du Ministre de l'Agriculture sur cette question et lui demandera de bien vouloir examiner s'il y a lieu de faire à son sujet une enquête spéciale à Washington.

M. Arloing n'a pu trouver trace de l'accusation ci-dessus au Consulat de France, à Montréal. De plus, M. Melvin, chef du Service sanitaire vétérinaire des États-Unis, a déclaré à M. Arloing qu'il n'avait jamais entendu parler du reproche fait aux chevaux français et, qu'au surplus, la dourine existait depuis très longtemps au Canada.

M. Arloing ajoute que la marque D. N. a une signification inconnue au Ministère de l'Agriculture de France.

M. VIGENAUD

SUR L'ASSISTANCE AUX TUBERCULEUX

— 7 août —

M. Vigenaud conclut en demandant à la Section d'Hygiène d'émettre un vœu (voir *Bulletin* n° 12, page 5).

M. Gautrez appuie la motion.

M. Arloing fait ressortir qu'il existe déjà une circulaire ministérielle prescrivant l'isolement des tuberculeux, mais dont l'application a rencontré beaucoup de difficultés.

Il donne ensuite des indications sur les résultats obtenus par les sanatoria

allemands, où les ouvriers vont très facilement. Il fait ressortir que leur état d'esprit n'est pas le même que celui des ouvriers français.

M. Arloing est cependant d'avis qu'il y a lieu de demander l'application des règles d'isolement édictées par la circulaire ministérielle.

Le vœu a été adopté par la Section,

Considérant que dans la plupart des villes, rien n'a été fait, soit :

1° Pour la création d'établissements où les tuberculeux au premier degré, appartenant à la classe ouvrière pourraient tenter la cure hygiénique par l'air pur, l'alimentation saine et le repos, la seule qui donne des résultats efficaces ;

2° Pour la séparation dans les hôpitaux des tuberculeux des autres malades et leur isolement dans des pavillons spéciaux afin de leur donner des soins plus utiles et d'empêcher la diffusion de la maladie.

M. de Montricher signale les efforts prophylactique tentés à Marseille, où l'on pense créer très prochainement un sanatorium.

M. Arloing fait une communication sur le fonctionnement des dispensaires organisés à Lyon suivant le système Calmette.

Mais il insiste surtout sur l'avantage qui résulterait d'une modification des habitudes courantes dans l'assistance aux tuberculeux. Il ne faut pas les assister comme les autres malades. Il faut que, bureau de bienfaisance ou municipalité s'appliquent à imiter autant que possible les dispensaires spéciaux et s'attachent à faire de l'hygiène préventive autour des tuberculeux.

M. Rolants, de l'Institut Pasteur de Lille, fait connaître que les consultations de nourrissons, à Lille, sont seules qualifiées pour distribuer le lait aux assistés inscrits au bureau de bienfaisance. Il lui paraît facile d'étendre le rôle des bureaux de bienfaisance à la désinfection du linge des tuberculeux.

M. Gautrez expose qu'à Clermont, il existe un bureau de bienfaisance et un dispensaire qui fonctionnent séparément; une entente est désirable et donnerait de meilleurs résultats.

MM. CARTERET

(Paris).

UN PROCÉDÉ DE DÉSINFECTION PAR UNE RÉACTION THERMOCHIMIQUE

— 5 août —

Evans et Russell ont publié en 1906, en Amérique *(Am. chem. Soc. n° 8.* mai 1906), la réaction que donne le permanganate de potasse sur l'aldéhyde formique en solution. Quelques mois après Eichengrün, en Allemagne *(Zeit. f. angew. Ch. H. 33,* août 1906), publia les réactions d'oxydation que donnent certains peroxydes métalliques et sels de peracides sur l'aldéhyde formique en solution ou à l'état polymérisé.

Parmi ces réactions, peu sont utilisables en désinfection. Les unes sont, en effet très violentes, comme celle du peroxyde de sodium qui donne

lieu, en milieu sec ou humide, à de véritables explosions, d'autres sont très lentes, comme celle du peroxyde de baryum. De même, le permanganate à sec avec l'aldéhyde polymérisée (trioxyméthylène ou paraformaldéhyde), donne lieu à un échauffement tel, que la masse, au bout de quelques instants, s'enflamme spontanément et fuse avec intensité. D'autre part, le perborate de sodium ne donne de réaction qu'en un lieu très alcalin.

Après avoir repris toutes ces réactions, sans nous préoccuper, comme l'a déjà fait Eichengrün, des permolybdates ou pérvanadates (corps peu susceptibles d'applications pratiques en désinfection), nous avons essayé : la chaux vive, la magnésie calcinée ou des mélanges à proportions variables de ces divers oxydants.

Les résultats de nos expériences ont montré qu'il n'y avait pas là de réaction susceptible d'intéresser la désinfection, tant par l'économie des procédés que par la marche des réactions.

C'est alors que nous vint l'idée de nous adresser aux composés chlorés. Parmi eux, le plus commun, comme le plus énergique, est le chlorure de chaux.

Ce corps, de composition peu fixe et partant peu définie, pouvait agir par sa chaleur d'hydratation jointe à la chaleur de combinaison de son chlore avec l'hydrogène de la matière organique, mais la complexité de la réaction ne permettait pas d'en prévoir les résultats même approximatifs. Les essais sur cette réaction ont abouti à un résultat inespéré et qui a fait l'objet d'une note à l'Académie des Sciences, en avril dernier (*C. R.* 13, 4, 1908). En effet :

A sec, le mélange ne s'échauffe pas si la paraformaldéhyde est absolument sèche, l'hydratation lente à l'air entraîne une décomposition lente aussi des deux corps, sans production notable d'aldéhyde formique gazeuse.

En milieu humide, au bout de quelques minutes, la masse s'échauffe rapidement et laisse échapper, en abondance, des vapeurs de formaldéhyde. En particulier, les opérations ont été faites avec un chlorure de chaux de titre moyen égal à 80 degrés français, soit 254,2 de chlore par kilogramme de chlorure et les essais ont porté sur un mélange de :

1 partie en poids de paraformaldéhyde.
2 — — de chlorure de chaux sec.
3 — — d'eau.

Après une légère agitation, il se produit un échauffement de la masse qui généralement atteint 108 degrés, ce qui assure une dépolymérisation rapide de la paraformaldéhyde aidée et maintenue par un abondant dégagement de vapeur d'eau.

En opérant avec 125 grammes de paraformaldéhyde;
— — 250 — de chlorure de chaux;
— — 400 — d'eau environ

dans une chambre de 20 mètres cubes à la température ordinaire, on obtient en sept heures la stérilisation du staphylocoque doré et du charbon sporulé sous deux épaisseurs de drap.

Le bacillus subtilis lui-même avait été assez atteint pour ne cultiver qu'au bout de huit à dix jours.

Ces conditions bactéricides, qui nécessitent, par les procédés ordinaires, le dépolymérisation de 90 grammes de trioxyméthylène environ, indiquent un rendement approximatif de 70 0/0 de l'aldéhyde engagée.

Le rendement théorique de cette réaction, calculé en assimilant le chlorure de chaux à l'hypochlorite de calcium est d'ailleurs de 78,5 0/0 de l'aldéhyde engagée par ce procédé.

Le moyen pratique d'utiliser ce procédé dans la désinfection courante est connu sous le nom d'aldogène.

M. Paul AUGER

CONSERVATION DES POMMES POUR LA CONFISERIE.

— 7 août —

M. VIGENAUD demande à la Section de bien vouloir entendre une communication de M. Auger, président du Syndicat des Confiseurs du Centre de la France, sur un sujet qui intéresse particulièrement l'industrie de la confiserie.

M. AUGER expose à la réunion qu'il est poursuivi par le ministère public pour avoir conservé des pommes, à l'aide de fluorure de sodium, suivant un procédé employé depuis de nombreuses années sans qu'il y ait eu de plaintes jusqu'à ce jour. *Aucun cas d'empoisonnement n'a été signalé.* Néanmoins, le ministère a cru devoir poursuivre par application de la loi sur les fraudes. Or, l'industrie de la confiserie ne peut renoncer à l'emploi d'un antiferment lui permettant de conserver les fruits, qui mûrissent presque en même temps, depuis leur réception jusqu'à leur transformation.

M. Auger, en terminant, demande à la Section de vouloir bien lui donner un avis au sujet des antiferments qui pourraient être permis dans son industrie.

Discussion. — M. LOIR voit deux solutions à la question :

1° Le procédé belge, qui consiste à dessécher les pommes;

2° Le traitement au formol, préconisé à Rennes, qui aurait l'avantage de disparaître lors de la préparation des confitures, du fait de la chaleur.

M. AUGER répond que des essais ont été faits avec le formol et que ces essais ont établi que le formol ne disparaît pas complètemant, ou produit tout au moins une modification du goût de la confiture, goût préjudiciable à la vente

M. TISON attire l'attention sur les dangers courus par l'industrie française du fait des exigences de certains hygiénistes. Il importe de trouver un antiferment *dont l'emploi soit légal*, de façon à ne pas mettre les confiseurs français en état d'infériorité vis-à-vis de leurs concurrents étrangers.

MM. Gautrez et Vigenaud estiment qu'il y a lieu de rechercher tout d'abord les motifs pour lesquels on a interdit l'emploi du fluorure de sodium.

M. Rabieaux exprime l'avis que l'on ne peut condamner un industriel dans les conditions exposées par M. Auger.

M. Arloing résume la discussion et cite un fait qui s'est produit dans l'industrie des pâtes alimentaires, d'où l'on voulait bannir tout colorant, fait qui démontre le bien fondé des observations présentées par les précédents orateurs.

M. Arloing a fait usage du fluorure de sodium dans ses travaux de recherches et affirme que cette substance est d'une toxicité modérée. Il a l'impression que la consommation des confitures préparées après emploi de cet antiferment ne peut être nuisible.

Comme sanction à la discussion qui précède, M. Casati propose à la Section l'adoption du vœu que les pouvoirs publics fassent étudier et déterminer les antiferments qui pourraient être ajoutés aux pulpes de fruits pour en assurer la conservation.

M. Augustin REY

Architecte, Membre du Conseil supérieur des Habitations au Ministère du Travail (Paris)

COMMENT CHAUFFER LES HABITATIONS POPULAIRES. — CHAUFFAGE CENTRAL PAR GROUPES D'IMMEUBLES

— 7 août —

La question du chauffage rationnel des lieux habités prend une place de plus en plus importante dans la construction. Des édifices publics, où elle est depuis longtemps résolue, elle s'est transportée peu à peu dans les habitations particulières et y a fait de notables progrès.

L'habitation urbaine peut se diviser en deux classes principales : celle où le loyer élevé permet l'installation d'un chauffage central et celle où le loyer plus faible, ne l'a pas permis jusqu'ici et oblige à l'emploi de chauffages groupant certaines parties, ou séparés pour chaque pièce, très onéreux pour l'habitant et, bien souvent, ne remplissant pas les conditions hygiéniques les plus élémentaires.

L'étude du chauffage central économique, appliqué à de petits loyers ne dépassant pas 500 francs, et se tenant presque toujours notablement au-dessous de ce chiffre, n'a pas encore été faite avec tout le soin désirable : la difficulté est de trois ordres :

1° L'installation, qu'il faut arriver à simplifier, pour arriver à un prix abordable.

2° La réduction à sa plus simple expression de l'entretien des appareils ; il doit n'exiger que l'aide d'un concierge qui n'a que très peu de temps à y consacrer.

3° Le prix élevé du combustible dans les grandes villes qui nécessite une économie extrême dans sa consommation.

Il est certain, en effet, que ce qui est appliqué actuellement, soit comme

canalisation, soit comme surface de chauffe dans les pièces, accompagné d'organes coûteux et délicats de réglage, ne correspond pas à une installation pratique et économique pour les habitations populaires. Il est non moins certain que le prix des combustibles dans toutes les villes éloignées des charbonnages, est une autre difficulté. Il en est d'un autre ordre ; il faudra habituer le locataire à un chauffage central qui, si on lui en fait connaître tous les avantages économiques et hygiéniques, lui fera de bon gré admettre la petite augmentation de loyer qui en résultera.

Il est de la plus haute importance, au point de vue de l'hygiène urbaine, de rechercher si ces objections ne peuvent être écartées, et si les installations de chauffage collectif, actuellement en usage ne sont pas modifiables justement dans les parties où elles coûtent le plus cher.

Quant au combustible, on peut diminuer largement son prix de revient, précisément en usant du chauffage central qui permet d'approvisionner au moment où la demande est le moins élevée, les quantités nécessaires pour l'hiver. Le prix élevé du combustible dans nos grandes villes provient du nombre d'intermédiaires par les mains desquels il passe avant d'arriver au calorifère. Par un chauffage général d'un groupe d'immeubles, séparés les uns des autres ou réunis, on pourra éviter, en grande partie, ces intermédiaires et faire profiter le rendement du chauffage de la diminution obtenue.

Le chauffage des habitations populaires est actuellement absolument négligé jusqu'ici en France, dans nos grandes agglomérations. Par habitations populaires, nous entendons les immeubles dans lesquels la chambre louée atteint en moyenne le prix de 100 francs par année, à Paris. Au-dessus de ce prix la solution serait beaucoup plus simple.

Ne pas chauffer ces immeubles de construction à la fois très robuste et très économique, c'est négliger l'œuvre importante entre toutes d'améliorer les conditions d'hygiène générale de leurs locataires pendant cinq mois d'hiver.

A Paris, par exemple, voici la température des mois d'hiver prise sur un nombre d'années très étendu :

En Novembre,	température	extérieure	moyenne . . .	+ 6°,5
En Décembre,	—	—	— . . .	+ 3°,7
En Janvier,	—	—	— . . .	+ 2°,4
En Février.	—	—	— . . .	+ 4°,0
En Mars,	—		— . . .	+ 6°,4
En Avril,	—	—	— . . .	+ 10°,1

On a dit et répété à satiété qu'il fallait laisser l'ouvrier se chauffer lui-même par ses propres moyens, qu'il suffisait de lui donner :

1° Soit les cheminées habituelles dans lesquelles il fera à son idée le feu qui lui plaira avec un combustible quelconque ;

2° Soit des poêles, dont le chauffage lui donnera, avec une dépense un peu moindre, la même quantité de chaleur.

Cette manière d'envisager la question nous semble trop superficielle pour que nous ayons longuement à la combattre. La vérité est que l'ouvrier, s'il veut bien se chauffer, dépense, dilapide son argent et n'obtient, pour une dépense élevée, qu'un chauffage irrégulier et malsain.

Une enquête que nous avons poursuivie dans un grand nombre de ménages populaires, nous a montré que le prix du combustible acheté au détail et par très petites quantités dépasse parfois 75 francs la tonne, alors qu'il pourrait ne pas atteindre 55 francs. Nous pouvons affirmer que la chambre chauffée revient à l'habitant à plus de 40 francs par an pour un chauffage des jours les plus froids de l'année, de novembre à mars.

En dehors de la question des sommes, actuellement excessives, dépensées par l'ouvrier pour obtenir un chauffage qui n'est jamais hygiénique, il importe de signaler les mauvaises habitudes qu'a prises l'ouvrier, conséquence du prix élevé de ce chauffage.

Que voyons-nous, en effet, en hiver dans ces habitations ? La famille s'engouffre dans une pièce unique, qui, la plupart du temps, est la seule pièce chauffée du logement. Il sait par expérience que lui-même, sa femme et ses enfants, par leur cohabitation dans une seule chambre, en élèvent naturellement de plusieurs degrés la température.

Ce surpeuplement est particulièrement grave en hiver. Dans la journée, la femme et les petits enfants cohabitent dans cette pièce unique, qui arrive facilement à une température dépassant 22 degrés, comme nous l'avons constaté dans plus de 85 0/0 des cas que nous avons examinés. Le seul fait de passer de cette pièce aux pièces voisines, qui, elles, sont presque à la température extérieure, explique pourquoi l'enfant du peuple, en hiver, est si constamment indisposé. Le soir, lorsque l'ouvrier revient, les conditions s'aggravent encore, et, cette pièce surchauffée, dans laquelle donnent les autres — quand il y en a — se répand dans le logement un air de très mauvaise qualité, confiné par excellence, qu'on s'est bien gardé de renouveler.

Le mode d'éclairage de la pièce est aussi à considérer. D'un côté, il élève sa température : 1 kilogramme de gaz d'éclairage dégage, en brûlant, près de 11.000 calories, l'huile de pétrole en dégage près de 10.000, l'huile ordinaire 9.800, la bougie par kilogramme, 10.000 ; mais tous vicient l'air et augmentent la difficulté du problème de la ventilation.

L'éclairage électrique, lui, dégage une chaleur relativement très faible, mais il ne vicie pas l'atmosphère. En effet, l'oxygène qui se consomme dans l'éclairage au gaz, aux huiles et aux graisses, n'intervient pas dans l'éclairage à incandescence qui a lieu dans le vide.

Si, la nuit, le chauffage quel qu'il soit est maintenu, (et le surpeuple-

ment ouvrier le provoque presque toujours), l'ouvrier, en sortant de grand matin pour aller à son travail, est frappé, les mois d'hiver, par une différence de température qui peut atteindre 20 à 25 degrés; il attrape fatalement la bronchite dont il aura tant de peine à se débarrasser et prépare le meilleur terrain à la tuberculose dont les ravages tiennent, à notre avis, dans une mesure appréciable, aux conditions absolument défectueuses du chauffage du logement populaire urbain.

Dès que la température est au-dessus de 8 degrés, on aère le logement. Mais, à Paris, pendant cinq mois, elle est sensiblement inférieure ; et si, pendant cinq mois sur douze, soit pendant les 2/5 de l'année, la famille populaire tout entière vit dans des conditions déplorables de température et d'aération, il y a là une des causes les plus certaines de l'élévation de la morbidité urbaine.

On voit donc à quel point la solution du problème du chauffage des habitations à bon marché, dans nos grandes villes, prend de l'ampleur. Je ne saurais assez le répéter : l'air et la lumière constituent la première des alimentations. En hiver, la lumière est en grande partie voilée dans nos climats et ne peut avoir l'influence bienfaisante qu'elle exerce tout le reste de l'année. Mais l'aération doit-elle aussi demeurer parallèlement défectueuse, par suite de notre négligence à résoudre la question du chauffage populaire ?

Je ne le pense pas, et j'estime que, devant les conditions détestables de ce chauffage, responsables de cette aération déplorable dont souffre la classe ouvrière, nous ne pouvons pas rester les bras croisés.

La solution du problème doit être recherchée dans le chauffage collectif par station centrale, qui a pris une si grande extension aux États-Unis ?

Son principe, consiste pour un groupe d'immeubles voisins, dans lequel tous les propriétaires sont d'accord, à confier à une petite usine centrale le soin de produire le calorifique.

Prenons, dans une ville, un îlot d'habitations ; établissons au centre une ou plusieurs chaudières produisant de la vapeur à haute pression ; distribuons cette vapeur, que nous pourrons, par un détendeur, rendre immédiatement utilisable, dans des canalisations où elle circulera presque sans pression et à de très grandes distances. En plaçant sur ces canalisations, à l'entrée de chaque immeuble, des compteurs, nous pourrons ainsi, pour chaque propriété, déterminer exactement la chaleur qui y entrera. Nous constituerons ainsi une véritable installation industrielle. La chaleur étant produite dans le soubassement, il sera facile de la distribuer dans toutes les parties d'un ilot. Cette distribution rationnellement comprise, répondra aux meilleures conditions de l'hygiène.

Quels avantages, dira-t-on, peut présenter ce chauffage à grande distance?

En premier lieu, le maximum d'économie de combustible. Nous pour-

rons, en effet, — la quantité à dépenser devenant ainsi très importante, — avoir des marchés directs avec des producteurs, sans passer par aucun intermédaire et profiter des prix les plus bas. Rien que l'achat du combustible représentera une importante économie sur le chauffage de maisons isolées. Dans certaines grandes villes, suivant la proximité des mines de charbon, nous pouvons l'évaluer à 40 0/0.

Le second avantage est qu'une installation collective importante permet de réduire le capital chauffage de chaque immeuble pris en particulier. En effet, les chaudières sont toutes sous une même direction; les déperditions sont réduites ainsi au minimum : un seul conduit de fumée, une seule cheminée remplace toutes les cheminées spéciales de chaque immeuble.

A ces chaudières pourront être appliqués rationnellement les procédés les plus pratiques pour brûler et consommer tout le charbon contenu dans la fumée, c'est-à-dire pratiquer la fumivorité la plus parfaite. C'est encore une nouvelle économie de 10 à 15 0/0 de combustible brûlé.

Ce chauffage permet, de plus, puisqu'il ne fonctionne qu'en hiver, par une installation supplémentaire partielle, de procurer à très bon compte l'éclairage électrique toute l'année au bloc chauffé. Ceci est très appréciable, si l'on songe aux tarifs élevés que prélèvent, dans certaines villes de France, les Sociétés ayant le monopole de l'éclairage.

Quelques essais ont déjà été tentés, en Europe; à Dresde, notamment, la Municipalité, très avancée sur ces questions, chauffe déjà plusieurs immeubles de l'Administration par une station centrale. Aux États-Unis d'Amérique, plus de 250 grandes installations chauffant des quartiers entiers, comptent plusieurs années déjà de fonctionnement.

Il est donc possible de dire que le chauffage collectif d'un grand nombre d'immeubles procure, dans les conditions de la plus stricte hygiène et de la plus appréciable économie, des avantages considérables.

M. E. AUREGGIO

Vétérinaire principal,
Ex-Inspecteur du Service vétérinaire des VIIIe, XIIIe, XIVe et XVe Corps d'Armée (Lyon).

DES VIANDES AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE. ÉTUDE DOCUMENTAIRE SUR LES MALADIES CONTAGIEUSES, LES FRAUDES ET L'HYGIÈNE DE LA VIANDE ET DU LAIT DESTINÉS A L'ALIMENTATION PUBLIQUE ET AUX SOLDATS.

— 7 août —

Malgré les avantages du régime végétarien, préconisé déjà par Pythagore, Plutarque et bien d'autres, *l'alimentation carnée*, qui était jadis regardée comme un régime de luxe, est actuellement, à juste titre, considérée

comme une nécessité parce que la viande procure une résistance considérable, notamment aux travailleurs et aux soldats. Elle est pour tous un reconstituant de premier ordre si elle est consommée dans les meilleures conditions de salubrité, *grâce à une inspection sanitaire des plus sévères*.

Les fraudes que j'ai signalées aux Congrès de Lyon et de Reims en 1906 et 1907 à la 19e Section d'Hygiène ont été le prélude de la vigoureuse action de 1908 menée par le sous-secrétaire d'État à la Guerre, M. le député Chéron, pour réprimer les *fraudes* dans la fourniture des viandes aux troupes de l'Est.

En effet : au 36e Congrès pour l'Avancement des Sciences, à Reims, le 4 août 1907 (19e Section présidée par M. Arloing), à la suite de ma communication relatant les *nombreuses fraudes* que j'ai constatées dans quatre corps d'armée dans la fourniture des viandes des troupes, la Section a émis les vœux demandant : 1° *qu'une rigoureuse surveillance soit exercée sur la fourniture des viandes de troupes;* 2° *qu'une législation spéciale vienne réglementer la répression des fraudes des viandes fraîches.* Ces vœux ont été transmis au ministre de la Guerre par son représentant, M. le commandant Mathelin, chef du Génie, à Reims, qui a mentionné mes ouvrages sur l'inspection sanitaire des viandes et notamment les planches en couleurs extraites de l'*Album Guide de l'inspection des Viandes*, que j'ai présentées, au sujet de la tuberculose du bœuf et des altérations des viandes *hachées et trop jeunes*.

Au cours d'une audience ministérielle, le 21 mars 1908, j'ai rappelé les fraudes commises et *le danger de consommer du veau*, des *saucisses* et autres préparations de charcuterie insalubres, par les soldats.

Mon honorable collègue M. Viseur, sénateur du Nord, a déclaré (Sénat, séance du 7 juillet 1908) qu'il a été chargé, par un président de tribunal, de rechercher la cause de l'empoisonnement d'une compagnie ayant entrainé la mort de deux soldats; c'était une viande infectieuse, *de la viande de veau*, qui avait produit ces déplorables accidents.

J'ai donc été bon prophète, *malheureusement trop tard écouté,* pour obtenir en 1908 la suppression du veau et des saucisses aux soldats et une limitation des repas variés suivant les caprices des capitaines commandants. (*Livre de cuisine militaire* arrêté le 22 novembre 1908.)

La Chambre des députés (3 et 7 avril 1908), le Sénat (7 juillet 1908) et surtout l'opinion publique ont été violemment émus par la constatation sensationnelle de fraudes sur les fournitures des viandes aux troupes de l'Est. Nous avons appris, depuis, que de scandaleuses fraudes se commettent un peu partout en France, aussi bien pour les viandes que pour les produits de la charcuterie et autres denrées destinées à l'alimentation des populations et des soldats, d'où l'ardente campagne menée contre les fraudeurs et les justes châtiments qui leur ont été infligés.

Il y a longtemps que j'ai signalé les abus au ministre de la Guerre, dans la Presse, aux Sociétés vétérinaires et mentionné que toutes les régions de la France étaient plus ou moins exposées aux fraudes.

C'est à la suite de ces constatations que j'ai commencé, dès 1883, mes travaux sur les viandes et attiré l'attention des pouvoirs publics par des brochures et des ouvrages illustrés en couleurs, sur les fraudes.

En 1889, pour en faire la base d'un enseignement pratique, j'ai fait copier en couleurs, par des artistes de mérite, les lésions des maladies des animaux de boucherie et les viandes saines également coloriées, exposées en plusieurs planches murales et réunies, en 1906, en un *Album-Guide de l'Inspection sanitaire des Viandes*, comprenant 94 feuilles. Je me fais un devoir de signaler le soin et la fidélité avec lesquels M. Hemmerlé, directeur de la Société de photochromogravure de Lyon, a reproduit les coloris et la réalité des altérations, y comprises celles des ganglions sains et malades. C'est la première application en grand de l'illustration en couleurs à l'étude des maladies dans leur rapport avec l'alimentation.

On a beaucoup *parlé du rôle des vétérinaires-inspecteurs municipaux des abattoirs*, notamment à propos de la saisie des viandes provenant d'animaux tuberculeux. Il importe d'exposer au public et à tous ceux qui les ignorent les règlements en vigueur et quelle est la conduite des vétérinaires sanitaires civils et militaires en cette délicate et importante mission d'inspecteur sanitaire.

Les prescriptions de l'article 11 de l'arrêté ministériel du 28 juillet 1888, relatif à l'admission ou à l'exclusion des viandes de bovidés tuberculeux, ont été, huit ans plus tard, trouvées trop rigoureuses et elles pouvaient, souvent, d'après la manière dont elles étaient comprises et appliquées, porter de *graves préjudices aux propriétaires, sans bénéfice pour l'hygiène alimentaire.*

On sait, en effet, que la tuberculose bovine atteint les animaux adultes, en France et à l'étranger, et suivant les régions, dans la proportion de 20, 25 et jusqu'à 50 0/0. *(La proposition de loi relative à l'inspection sanitaire des viandes et aux abattoirs, déposée par le député Villejean le 2 avril 1908, donne des chiffres éloquents sur la fréquence de la tuberculose bovine en France et en Allemagne.)*

Ce serait, dès lors, une véritable calamité (et l'élevage ne suffirait plus à combler les vides) s'il fallait aujourd'hui écarter de la consommation tous les animaux atteints de tuberculose.

Partant de ces vues économiques et, aussi, prenant en considération le résultat des nombreux travaux qui ont été faits par les savants de nos écoles vétérinaires sur la nocuité des viandes d'animaux tuberculeux, le ministre, M. Méline, a pris un arrêté, en date du 28 septembre 1896, qui modifie comme suit l'article 11 de l'arrêté du 28 juillet 1888, sur l'avis du Comité consultatif des épizooties :

Les viandes sont saisies et exclues de la consommation :

1° Quand les lésions tuberculeuses, quelle que soit leur importance, sont accompagnées de maigreur;

2° Quand il existe des tubercules dans les muscles ou dans les ganglions intra-musculaires;

3° Quand la généralisation de la tuberculose se traduit par des éruptions miliaires de tous les parenchymes et notamment de la rate;

4° Quand il existe des lésions tuberculeuses importantes, à la fois sur les organes des cavités thoracique et abdominale.

Elles ne sont saisies et exclues qu'en partie de la consommation :

1° Quand la tuberculose est *localisée* soit à la cavité thoracique, soit à la cavité abdominale;

2° Quand les lésions tuberculeuses, bien qu'existant dans les deux cavités, sont peu étendues. L'exclusion de la consommation ne porte que sur les portions de viande (parois costales ou abdominales) qui sont directement en contact avec les parties malades de la plèvre ou du péritoine.

Les organes tuberculeux sont saisis et détruits. — Les viandes suffisamment grasses peuvent être remises au propriétaire *après stérilisation* pendant une heure au moins, soit dans l'eau bouillante, soit dans la vapeur sous pression. La stérilisation ne pourra avoir lieu qu'à l'abattoir, sous le contrôle du vétérinaire inspecteur. (Voir l'arrêté du 11 février 1909 du Ministre de l'Agriculture.)

L'instruction Méline, du 27 juillet 1897, rappelle que certains abattoirs *prennent des mesures trop rigoureuses* pour les viandes d'animaux tuberculeux. Celle du 3 août 1899 fixe les indemnités pour saisies de viandes et impose pour l'obtention de cette indemnité l'obligation de la déclaration de la maladie.

Il ressort de ces arrêtés que la consommation des viandes provenant de bovins tuberculeux est légalement autorisée dans certains cas et que la réglementation des saisies qui était abandonnée à l'appréciation des inspecteurs, est depuis l'arrêté du Ministre Ruau, du 11 février 1909, mieux éclairée pour les saisies totales ou partielles.

A noter que les derniers paragraphes des arrêtés de 1896 et 1909 prescrivant la stérilisation des viandes suffisamment grasses pouvant être remises aux propriétaires n'est pas appliquée en France, alors qu'en Allemagne il y a des *freibanks* pour la vente des viandes stérilisées aux abattoirs sous le contrôle des vétérinaires inspecteurs.

C'est donc, en France comme à l'étranger, une nécessité économique de ne pas rejeter de la consommation publique la viande provenant d'animaux à tuberculose localisée; aussi, les pouvoirs publics et les parlements se sont-ils associés pour hâter le vote des propositions de lois sur les épizooties et l'inspection sanitaire afin *d'éteindre les foyers des maladies contagieuses et de diminuer les cas de tuberculose.*

La Chambre des députés a adopté, le 15 juin 1908, les propositions de lois de :

1° M. Louis Vigouroux et plusieurs de ses collègues, tendant à enrayer le développement des épizooties et organiser l'extinction des maladies contagieuses du bétail ;

2° M. Joseph Ory et plusieurs de ses collègues, concernant l'organisation d'un service sanitaire national des épizooties. (M. Rousé, rapporteur) (1).

Après la fièvre aphteuse, la tuberculose bovine est la maladie qui occasionne le plus de pertes à l'agriculture; cette dernière est aussi celle qui fait courir les plus grands dangers de contagion à l'homme par la viande et surtout par le lait (2). C'est pourquoi, au cours de mes inspections dans les régiments, je recommandais d'exclure les viandes provenant de bêtes tuberculeuses, ainsi que je le préconisais déjà en 1883, à la Commission municipale lyonnaise et, en 1899, au Congrès international vétérinaire de Baden-Baden : « *Eu égard à la nature virulente de la tuberculose, on doit rejeter de la consommation la viande provenant d'animaux tuberculeux.* »

Il faut continuer à faire la guerre à cette terrible maladie du bœuf : tuberculiner pour hâter le diagnostic, provoquer les déclarations par les indemnités. Ainsi disparaîtra la tuberculose dans les étables et, par suite, la contagion, *par le lait et la viande*, de la tuberculose bovine à l'espèce humaine sera notablement diminuée.

A la Société des Sciences vétérinaires de Lyon (séance du 28 mai 1899), à propos d'une discussion sur la stérilisation des viandes, provoquée par M. Ch. Morot, M. Arloing a fait ressortir que l'on se heurte à un mur qui paraît depuis longtemps infranchissable. Les applicateurs des mesures proposées sont obligés de tenir compte de l'opinion des consommateurs. Il faut *encourager* la *stérilisation*, mais aussi avoir une opinion ferme et franche et ne tromper personne. Or, actuellement, on n'agit peut-être pas très loyalement, en exposant le public à acheter de la viande malade au même prix que la saine; il est bien certain que le consommateur ne l'achèterait pas ou n'en donnerait qu'un prix inférieur s'il savait qu'elle provient d'une bête malade. Telle est la conséquence des saisies partielles.

M. Arloing a toujours soutenu la même thèse dans les Congrès internationaux et les Sociétés savantes, voici son opinion à la date du 11 mai 1908 :

Il est très difficile de distinguer entre une tuberculose localisée et une tuberculose généralisée, la tuberculose pouvant être généralisée en tant qu'infection avant que des lésions apparaissent en tel ou tel point de l'organisme.

De plus, l'infection tuberculeuse peut s'accompagner de l'infiltration bacillaire des ganglions et de certains viscères sans que cette infiltration se dénonce à l'inspection pratiquée par les moyens ordinaires, c'est-à-dire sans recourir à l'examen microscopique ou à l'inoculation.

Il en résulte que le danger qui suit la consommation des viandes tuberculeuses est toujours présent, sans qu'il soit possible d'en mesurer et prévoir l'étendue.

(1) Loi de l'État promulguée le 12 janvier 1909.

(2) Voir les planches 38 à 50 sur la tuberculose des animaux de boucherie dans l'*Album-Guide de l'Inspection sanitaire des Viandes*. Lésions en couleurs des organes et des ganglions : Hemmerlé, éditeur.

Il me semble donc bon de prendre des précautions à l'égard des viandes provenant d'animaux tuberculeux, malgré leur belle apparence dès que les lésions tuberculeuses présentent quelque importance. Ces précautions, à mon avis, consisteraient à vendre ces viandes au freibank ou après les avoir soumises à la stérilisation sous le contrôle de l'inspection comme le prescrit l'article 38 du *décret allemand du 30 mai 1902* sur les motifs de saisie des viandes. Dans le premier cas, l'acheteur est averti qu'il doit soumettre la viande à une cuisson prolongée; dans le second cas, l'acheteur est garanti contre les risques d'infection.

Il resterait entendu que la tuberculose alliée à la maigreur entraînerait toujours la saisie et la destruction des viandes.

On voit d'après ce qui précède que si l'inspecteur de l'abattoir trouve un bovin atteint de tuberculose localisée (au poumon ou à la cavité abdominale), il a le devoir de faire enlever toutes les lésions tuberculeuses et de laisser consommer la viande qu'il ne peut retirer de la consommation, par application de l'arrêté ministériel du 11 février 1909.

C'est donc avec raison que le M. sénateur Viseur, après avoir traité la question des adjudications de viandes militaires et critiqué les bas prix de soumission, relevés de huit centimes depuis les événements de l'Est, a pu dire au Sénat (séance du 7 juillet 1908) :

> Après le Gouvernement, c'est la loi elle-même qu'il faut incriminer, la loi qui permet, qui commande de livrer à la consommation les animaux atteints de tuberculose, non généralisée, « quand les lésions tuberculeuses, bien qu'existant à la fois dans la cavité thoracique et la cavité abdominale, sont peu étendues ». Mais la généralisation, si on sait où elle finit — littéralement à l'envahissement de tous les organes — personne n'a encore bien précisé où elle commence. Lésions « peu étendues », mais c'est, pour l'inspecteur, l'appréciation arbitraire avec ses conséquences mauvaises. La tuberculose est localisée, pense-t-il, et il s'arrête à l'élimination de l'organe malade ou des ganglions lymphatiques visiblement atteints. Mais, à moins de mettre les chairs en hachis, qui donc oserait affirmer qu'il n'y a pas d'autre foyer d'infection, *qu'aucun ganglion profond intermusculaire, ayant échappé à la vue, ne recélera pas l'élément de la contagion ?*
>
> C'est l'inconnu avec l'arbitraire; et, si l'inspecteur n'a pas trouvé le moyen introuvable « d'accomplir sa tâche au mieux des intérêts de tous, des producteurs de viande et des consommateurs », selon le vœu d'une circulaire ministérielle, son sort est certain. Dans le premier cas, s'il prohibe, il sera honni de certains propriétaires trop enclins à ne voir, sur leur bétail, que de la tuberculose très localisée, inoffensive. Dans le second, s'il laisse passer, il sera vilipendé, traité de prévaricateur, voire même révoqué aux applaudissements de la lâcheté humaine qui, tant de fois a absous sans raison et condamné sans preuve. C'est ce qui est arrivé à *M. Laurent*, de Bar-le-Duc, que le Conseil général de la Meuse vient de venger par un vote de confiance et d'estime, mais qui devait être tôt ou tard victime expiatoire de la loi et des instructions ministérielles pendant que législateurs et ministres se lavaient les mains.
>
> Ma conclusion des faits d'hier et de ceux d'aujourd'hui, c'est qu'on serve à nos soldats, non une cuisine de *fantaisie dangereuse, comme celle qu'avaient imaginée nos* sous-Brillat-Savarin où entraient les saucisses faites de purée de

pommes de terre voisinant avec des chairs de veaux mort-nés ou saignés mourants, de lapins étiques et de bêtes tuberculeuses, mais une alimentation substantielle, où tout est clair, comprenant de bon pain, de bonne soupe, des légumes variés, des morceaux de second choix de bœufs de première qualité, sans que la proportion de gras puisse être exagérée — le suif devant aller à sa destination industrielle, aux fabriques de bougies et de margarine — alternant avec le lard frais, dont la valeur nutritive et la puissance calorifique sont méconnues, avec les conserves de viande dont l'approvisionnement est nécessaire, en prévision de guerres qu'il faut toujours prévoir, mais d'une fabrication entourée de toutes les garanties et datant de trois ans au maximum. Vous voulez de *la variété dans le régime*, la voilà telle qu'on peut la désirer, telle qu'il faut la vouloir. (Séance du 7 juillet 1908 au Sénat.)

M. H. Chéron, sous-secrétaire d'État à la Guerre, a répondu à M. Viseur :

Que les cahiers des charges qui vont servir de base à l'établissement des marchés passés par les corps de troupes, pour le deuxième semestre de 1908, ont été entièrement revisés; des conditions nouvelles ont été imposées aux fournisseurs pour assurer la bonne qualité des fournitures, l'inspection a été organisée de manière à rendre la fraude presque impossible. Dès maintenant, nous avons la satisfaction de le constater, les autorités militaires signalent une très grande amélioration dans la qualité des viandes livrées aux corps de troupes.

En particulier — et ceci répond à une observation que formulait tout à l'heure l'honorable M. Viseur — il a été tenu compte, dans les nouveaux marchés, *du cours normal* des denrées, ce qui était la condition essentielle pour obtenir leur qualité irréprochable. C'est une vérité de sens commun que, si l'État consent des adjudications à un taux inférieur à la réalité, il a toutes les chances possibles d'être trompé. Cela n'excuse pas, du reste, les fraudeurs, qui trouvent toujours le moyen d'assurer leurs bénéfices en livrant de mauvaises fournitures; mais je veux dire que le respect de la sincérité des cours et la loyauté des contrats constituent encore les meilleurs remèdes préventifs contre la fraude.

La ration du soldat est de 320 grammes, mais à l'état cru et en comprenant une quantité d'os qui peut aller jusqu'à un cinquième. En fait, à l'état cuit, le rendement est de 46 0/0, y compris les parties grasses.

Les soldats n'ont guère que 75 grammes de viande par repas : c'est une quantité minima, que les commandants de compagnies s'efforcent d'augmenter, chaque fois que leur boni le leur permet. A plus forte raison, ne peut-on songer à la réduire. Mais, pour ce qui est des conditions de qualité exigées, l'honorable M. Viseur a reçu satisfaction par des instructions récentes, notamment par la circulaire du 22 avril 1908, qui a exclu formellement des fournitures les viandes désignées en boucherie sous le nom de viandes de troisième qualité, ainsi que les suifs, dont il nous parlait tout à l'heure. Nous avons dit notamment aux chefs de corps : « On ne perdra pas de vue que mieux valent les morceaux de deuxième et troisième catégories d'une bête de bonne qualité que les morceaux de première catégorie d'une bête de qualité inférieure ».

De même, les cahiers des charges ont donné satisfaction à M. Viseur en ce qui concerne la prohibition nécessaire des animaux tuberculeux. La viande doit provenir d'animaux bien conformés, parfaitement sains et bien en chair.

M. Viseur a parlé de la fabrication des conserves. Je crois pouvoir dire qu'elle est l'objet des plus grands soins. Les animaux sont visités sur pied; ils le sont de nouveau après abat, et par un vétérinaire militaire. En outre, un officier

d'administration surveille la fabrication en permanence. Je me propose, du reste, pendant les vacances prochaines, de porter, d'une manière toute spéciale, mon attention sur ces fabrications. Je visiterai toutes les usines, et, si des garanties nouvelles me paraissent nécessaires, M. Viseur peut être assuré qu'elles ne seront pas négligées.

En ce qui concerne *les repas variés*, je rappellerai le passage d'une circulaire du 29 mai 1908 :

S'il est nécessaire, disais-je, de varier l'alimentation, cette variété ne saurait cependant être obtenue aux dépens de la qualité des mets et de la valeur nutritive des repas. Il faut exclure de la cuisine régimentaire les produits obtenus au moyen de manipulations qui se prêtent à l'addition frauduleuse de matières altérées. (Rapport Aureggio au Ministre sur ce sujet et le danger du veau.)

Les circulaires ministérielles des 28 mars et 2 mai 1908 recommandent : la visite sur pied des animaux, un marquage spécial, l'adhérence des organes, etc. En stipulant, article 5, qu' « *en aucun cas, il ne pourra être suppléé aux formalités des articles 1 à 4 par la vérification d'un vétérinaire municipal* », le sous-secrétaire d'État a sans doute voulu viser les cas où l'inspection peut toujours être faite par un vétérinaire militaire. A défaut de vétérinaire militaire, comme cela arrive dans de nombreuses petites garnisons, il est certain que les médecins auront tout intérêt à profiter des conseils des *vétérinaires municipaux* et que les services de ces derniers seront toujours appréciés, malgré les critiques exagérées qui viennent d'être formulées par la presse et l'article 5 de la circulaire du 28 mars 1908. Celle-ci trouve déjà *le correctif* qui suit dans les instructions ministérielles du 22 avril 1908 : *modèles A et B des cahiers des charges pour la fourniture des viandes aux corps de troupes.*

A titre exceptionnel, dans les villes où le service d'inspection à l'abattoir est assuré par des vétérinaires auxquels *toute clientèle est interdite*, les corps peuvent, sous leur responsabilité, admettre les viandes débitées *estampillées* par le *vétérinaire municipal*, inspecteur de l'abattoir. Dans tous les cas, la viande doit être soumise, à la caserne, à l'examen d'un vétérinaire militaire ou, à défaut, d'un médecin militaire.

Dans une lettre ouverte, le 15 août 1907, au sous-secrétaire d'État, M. Chéron, j'ai fait ressortir le rôle excessivement important des vétérinaires de l'armée dans le contrôle et l'inspection des viandes; cependant, M. Chéron s'est adressé à des personnalités civiles peu initiées aux choses de l'armée pour l'élaboration des nouveaux règlements sur la réception des denrées alimentaires dans les corps de troupes. Il avait, autour de lui, au Ministère, suffisamment de compétences qualifiées, qui auraient sûrement évité les lacunes déjà signalées dans ces règlements ou les erreurs qu'ils renferment.

La circulaire n° 20 du 28 mars 1908 et l'instruction n° 26 du 2 mai 1908 écartent, en principe, du contrôle des viandes militaires le vétérinaire

municipal, inspecteur d'abattoir, privant ainsi l'armée de la surveillance la plus efficace de la salubrité des viandes.

A ce propos, M. le professeur Peuch a dit, le 27 juin 1908, à la Société des Sciences vétérinaires de Lyon, qu'il ne comprend pas la circulaire de M. Chéron qui paraît mettre en doute la compétence des vétérinaires civils pour l'inspection des viandes. Depuis 1879, il existe, dans les Écoles vétérinaires, un cours spécial consacré à ce sujet et nulle part ailleurs il n'est possible assurément d'acquérir, en cette matière, des connaissances aussi étendues. Cette exclusion des vétérinaires municipaux dans le contrôle des viandes militaires a vivement ému toutes les corporations vétérinaires et sociétés préoccupées comme la nôtre de voir mettre à profit tous les spécialistes capables de contribuer à la sauvegarde de l'hygiène publique. Le ministre de la Guerre, mieux informé, après avoir été injustement prévenu, fera bon accueil au vœu que la 19e Section doit formuler au sujet du rôle utilitaire du vétérinaire municipal inspecteur et conférencier.

Il est, en effet, absolument nécessaire d'intéresser les vétérinaires municipaux à la bonne gestion des viandes destinées aux troupes, parce qu'ils sont seuls capables de dépister les *fraudes* comme celles qui consistent à ramoner les côtes d'un animal tuberculeux, ainsi que je l'ai montré au Congrès de 1907 avec les planches en couleurs, 1, 3, 15 et 38 de mon album-guide des viandes et à remplacer les poumons farcis de tubercules par des poumons sains (pl. 35 de l'*Album-Guide Aureggio).*

J'ai pu apprécier les services rendus par eux au cours de mes inspections vétérinaires dans les 8e, 13e, 14e et 15e Corps d'armée dans lesquels j'ai organisé, dès 1896, le contrôle inopiné des viandes, contrôle qui a été réglementé par les instructions des 2 mai et 12 juin 1908, portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 1er août 1906 sur la répression des fraudes dans l'armée. (L'*Officiel* du 14 juin 1908 fait connaître les instructions sur la répression des fraudes dans l'armée et les officiers, médecins et vétérinaires qui sont autorisés à faire des prélèvements.)

A la suite de visites inopinées, j'ai constaté, vers 1902, dans une importante garnison, la mise en distribution de veau mort-né, et dans une autre ville j'ai trouvé que la diarrhée de forme dysentérique était provoquée, chez les soldats, par la consommation de bovins trop jeunes provenant du déchet de l'élevage. La viande de ces jeunes bêtes donnait une nourriture débilitante et un potage sans valeur ; il était impossible de retrouver les morceaux dans la marmite en cherchant avec la grosse fourchette ; avec la cuillère seulement on ramenait une bouillie de muscles ! Ce fait est rappelé pour montrer combien est nécessaire le contrôle de tous, *civils et militaires*, car la viande des jeunes bovins se présente avec un bel aspect qui

la fait toujours accepter par les officiers de distributions et que les experts chimistes sont dans l'impossibilité de distinguer, parce qu'il faut pour cela l'œil exercé du spécialiste.

J'ai signalé aux ministres de la Guerre de 1896 à 1908 tous ces faits en demandant la *suppression du veau, des produits de charcuterie* et des viscères ou organes qui étaient déjà exclus de l'ordinaire; malgré cela j'ai trouvé pour le repas du soir d'un régiment colonial une distribution composée de foie, rate, poumons, cœur, sans un morceau de viande, que l'on allait préparer avec beaucoup d'ails et d'oignons. Cet exposé fait bien ressortir les extraordinaires fraudes commises et que depuis longtemps je me fais un devoir de signaler au ministre de Guerre.

La question de l'alimentation du soldat est certainement la plus intéressante de l'hygiène militaire, aussi dois-je rappeler ici les importantes circulaires récentes du ministre de la Guerre (Cabinet du Sous-Secrétaire d'État) relative à la réception des viandes dans les régiments (11 mars 1907) et à la surveillance des denrées destinées à l'alimentation des hommes (12 juin 1907). La vigilance, toujours en éveil, du Sous-Secrétaire d'État à la Guerre, M. Chéron, et sa sollicitude pour toutes les questions touchant à l'hygiène du soldat, viennent de s'exercer a propos des plaintes auxquelles ont donné lieu les fournitures des viandes aux troupes de nos régiments de l'Est. Après avoir étudié cette question, M. Chéron a adressé de suite des instructions aux Chefs de corps afin que soit suivie une enquête sur les faits délictueux qui auraient pu être commis. En outre, il a adressé également aux généraux commandants en chef une circulaire en date du 28 mars 1908, B. O. P. R., nº 20, page 411, ayant pour but de mieux assurer dans l'avenir la qualité des viandes destinées à la troupe. Je suis heureux d'y rencontrer des indications que j'ai préconisées dans mes lettres au ministre de la Guerre et mémoires adressés aux membres des Parlements, de 1896 à ce jour.

Les instructions ministérielles du 22 avril 1908 adressées aux généraux commandants de corps d'armée, pour la rédaction des cahiers des charges, donnent des indications pour éviter, à l'avenir, les fournitures frauduleuses aux troupes. Les viandes de *veau*, *bélier* et *chèvre* sont exclues de la fourniture; il est prescrit de ne pas enlever les ganglions et de laisser intacts les plèvre et péritoine. Les viandes seront à l'avenir marquées avec l'*estampille-rouleau* du graveur Gervais, de Lyon.

A la Chambre des députés, séance du 7 avril 1905, M. le Sous-Secrétaire d'État à la Guerre a déclaré *que la viande à l'avenir sera marquée à l'estampille-rouleau, ce système offrant des garanties les plus sûres (Officiel* du 8 avril, page 927).

Dans sa circulaire du 28 mars 1908, B. O. P. R., nº 20, page 411, le ministre de la Guerre déclarait que le timbre humide réglementaire était

insuffisant, et dans la circulaire du 2 mai 1908 B. O. P. R., page 625, il prescrit aux troupes l'usage d'un timbre-rouleau.

Le modèle primitif du timbre-rouleau a été présenté, en 1902, par le vétérinaire principal Aureggio et depuis, l'attention du ministre de la Guerre a été appelée plusieurs fois sur cet important mode d'estampillage. Le graveur Gervais, de Lyon, a inventé l'estampille-rouleau en aluminium, avec dates et vignettes de contremarques interchangeables. Il l'a perfectionnée suivant les indications de nombreux vétérinaires sanitaires. Cette estampille brevetée présente toutes les garanties *pour éviter les fraudes dans le marquage des viandes*.

L'instruction d'avril 1908 prescrit un modèle spécial de cahier pour la fourniture du porc frais aux régiments. C'est pourquoi il est intéressant de reproduire ici les vœux de 1904 à la Chambre des députés, de M. le député Villejean et du professeur Vallée d'Alfort :

La Commission permanente de la tuberculose, considérant que la consommation des viandes crues ou mal cuites des porcs atteints de tuberculose constitue pour l'homme un danger, émet le vœu :

« Que la tuberculose du porc soit ajoutée à la liste des maladies visées par la loi sur la police sanitaire des animaux, et que les mesures prescrites par l'*arrêté ministériel du 28 septembre 1896* concernant la saisie des viandes provenant d'animaux tuberculeux soient immédiatement applicables aux viandes de porc.»

La Commission permanente de préservation contre la tuberculose, considérant que la réglementation des conditions de la saisie des viandes provenant d'animaux tuberculeux fixée par l'arrêté de M. le Ministre de l'Agriculture, en date du 28 septembre 1896, est *trop sommaire*, que les expressions de « généralisation de la tuberculose » et de « tuberculose localisée » qui figurent dans cet arrêté *sont interprétées de diverses façons par les inspecteurs chargés de l'application des textes ;* qu'en outre, il y a lieu de tenir compte pour l'appréciation de la salubrité de ces viandes, non seulement de l'étendue des lésions viscérales, mais encore du *mode de propagation* de ces lésions, soit par la voie sanguine, soit par la voie lymphatique, et du *degré de ramollissement*, émet le vœu :

« Qu'une réglementation nouvelle des conditions de saisie des viandes d'animaux tuberculeux, très détaillée et tenant compte de ces éléments d'appréciation, soit immédiatement mise à l'étude. » (Voir l'arrêté du 11 février 1909.)

Les instructions ministérielles du 22 avril 1900 relatives aux principales dispositions à insérer dans le cahier des charges pour la fourniture de la viande aux corps de troupes font connaître les formalités à remplir suivant le mode de fourniture reconnu le plus avantageux en raison des circonstances locales.

Dans le *modèle A*, les *articles 2* et *3* excluent formellement les viandes de *veau*, de *bélier*, de *bouc* et de *chèvre*, et la viande désignée en boucherie sous le nom de *viande de 3e catégorie*.

L'*article 4* prescrit que les animaux doivent présenter les signes d'un bon engraissement moyen ; c'est-à-dire avoir les *rognons couverts*, etc.

L'*article 5*. — Les quartiers doivent être intacts sans aucune manipulation ayant porté sur la plèvre ou sur le péritoine. En aucun cas, les ganglions ne devront être enlevés.

L'*article 6*. — Le mouton de bonne deuxième qualité doit avoir les *reins couverts* de graisse blanche.

L'*article 7*.— Les animaux refusés sur pied comme dangereux sont marquées, sur le côté gauche de la croupe, de la lettre R. Les viandes sont marquées avec l'*estampille-rouleau*.

L'*article 8* traite de la réception par l'officier et des cas de contestation.

Le *modèle B*, pour la fourniture en morceaux débités, donne les mêmes prescriptions que pour le modèle A du cahier des charges pour fournitures en bêtes entières, demi-bêtes ou quartiers.

Les morceaux du poids de 5 kilogrammes, au minimum, présenteront les coupes normales sans manipulation suspecte, *les ganglions ne doivent pas être enlevés ;* les deux tiers de la fourniture seront des morceaux de deuxième catégorie le dernier tiers de la troisième catégorie (le flanchet n'est pas désigné).

Ici encore le *timbre-rouleau* est apposé avec estampilles jugées nécessaires pour éviter toute substitution et le mode de transport de la viande dans les casernes est rigoureusement prescrit.

La recherche et l'examen des ganglions sont facilités par les nombreuses figures en couleurs que j'ai consacrées à cet important sujet dans l'*Album-Guide de l'inspection sanitaire*, édité par Hemmerlé.

La deuxième circulaire ministérielle de 1908 est relative à la passation des marchés pour la fourniture de viande fraîche et à la fixation du taux de la prime de viande, Toute latitude est laissée aux corps de troupes pour traiter de la fourniture des viandes ; toutefois, le concours par marché restreint leur est recommandé.

La troisième circulaire énumère les mesures à prendre pour assurer, dans les petites unités, l'inspection des viandes destinées à la consommation des corps de troupe.

La quatrième a trait aux cuisines régimentaires. Elle invite à employer, dans les cuisines militaires, les cuisiniers de profession accomplissant leur service militaire, en même temps qu'elle interdit formellement de les désigner pour servir d'ordonnances. Une commission a été instituée par M. Chéron pour unifier dans nos régiments le dressage des cuisiniers et la préparation des aliments (*Bulletin Officiel*, volume n° 7 : Fourniture des viandes militaires et *Livre de cuisine*, arrêté le 22 novembre 1908.)

M. Rossignol, vétérinaire départemental de Seine-et-Marne, en sa qualité de président du syndicat central des vétérinaires-inspecteurs de boucherie, a écrit au Ministre de l'Agriculture afin d'appeler son attention sur

la nécessité : d'*organiser l'inspection des tueries* (1) *et de réglementer les motifs de saisie dans les abattoirs*. A cette question des viandes insalubres est liée l'application de la loi du 1er août 1905 sur les fraudes. M. Rossignol a fait justement remarquer au ministre que le décret réglementaire du 31 juillet 1906, qui ne paraît envisager que l'analyse chimique, ne peut évidemment être appliqué *aux viandes fraîches — viandes d'abattoirs, viandes foraines*, — soumises à l'inspection vétérinaire pour laquelle l'analyse chimique n'est d'aucun secours.

Une viande ayant subi les altérations pathologiques qui la rendent insalubre ne constitue pas une matière homogène dont on peut apprécier l'état sur échantillons ; elle doit être jugée, dans son ensemble, par l'examen anatomo-pathologique du vétérinaire spécialiste.

En outre, les caractères organoleptiques qui la définissent sont souvent fugaces, sans compter qu'on ne dispose, nulle part ou presque, de locaux réfrigérés indispensables pour la conservation de ces échantillons.

Il paraît donc nécessaire de mettre à l'étude un *règlement spécial* visant l'expertise anatomo-pathologique des viandes fraîches et qui définisse les garanties à donner au détenteur dans des conditions autres que celles du décret du 31 juillet 1906. Une commission technique de *réglementation de l'inspection des viandes* nommée par le ministre de l'Agriculture a tenu sa première séance le 16 juillet 1908, sous la présidnce de M. Blanc, conseiller d'État : elle a décidé d'élaborer un arrêté préfectoral type, organisant l'inspection des viandes dans chaque département ; d'établir la nomenclature des motifs de saisie et les conditions de l'expertise contradictoire et la surveillance de la production d'un bon lait, etc.

Une sous-commission de douze membres a chargé, le 21 juillet, MM. Leclainche, Moreau et Rabieaux de préparer l'étude de ces différents points. L'important rapport du Dr Moreau a été publié en février 1909.

☞ *Proposition de loi organisant le service sanitaire des épizooties en France.* — La Chambre a discuté, le 15 juin 1908, une proposition de loi fort intéressante pour l'hygiène publique et pour les agriculteurs. Elle a pour but d'organiser, d'une façon rationnelle, dans toute la France, le service des épizooties. (Une loi d'État à ce sujet a été promulguée le 12 janvier 1909).

Nous avions, en effet, depuis plusieurs années, une législation sanitaire très complète qui prévoyait les mesures applicables à chaque maladie contagieuse des animaux domestiques, mais les moyens d'en assurer l'application n'existaient pour ainsi dire pas.

Plusieurs députés, notamment MM. Vigouroux et Ory, ont pensé qu'il était temps de mettre un terme à une telle situation si préjudiciable aux intérêts économiques de la nation, et ont déposé, à ce sujet, des propositions

(1) Le ministre de l'Agriculture a prescrit cette inspection par une circulaire du 25 juillet 1908 adressée à MM. les Préfets.

de loi dont la Commission de l'agriculture, sur le rapport de M. Rousé, a pris les dispositions essentielles pour en faire un texte complet.

Voici l'analyse de la loi du 12 janvier 1909.

Désormais, le service des épizooties et maladies contagieuses, prévu par le Code rural, devra être organisé dans chaque département dans le délai d'un an, à partir de la promulgation de la loi.

Le chef de ce service prend le titre de vétérinaire départemental, et il a pour fonctions :

1° D'assurer l'application des lois et règlements sur la police sanitaire des animaux;

2° De surveiller l'état sanitaire des animaux et de signaler au ministre de l'Agriculture, par l'intermédiaire du Préfet, les maladies contagieuses qui sévissent dans son département;

3° De diriger et contrôler l'action des vétérinaires sanitaires;

4° De contrôler les services d'inspection des foires et marchés aux chevaux ou aux bestiaux, des abattoirs publics et privés, des clos d'équarrissage, *ainsi que les services d'inspection des viandes;*

5° De *contrôler la production du lait;*

6° De surveiller la désinfection du matériel des chemins de fer ayant servi au transport des animaux, des quais d'embarquement et des voies d'accès dans les gares;

7° De concourir à la diffusion et à la mise en pratique de l'hygiène ainsi que des découvertes et des méthodes sanctionnées par le Comité consultatif des épizooties, en vue de la prophylaxie des maladies contagieuses.

Ces vétérinaires sont nommés au concours par le ministre de l'Agriculture; pourront seuls y prendre part les candidats de nationalité française ayant satisfait aux obligations de la loi militaire, âgés de vingt-huit ans et pourvus depuis quatre ans au moins du diplôme de vétérinaire.

Les vétérinaires départementaux en exercice, nommés à la suite d'un concours, et ceux qui ont été obligés de renoncer à leur clientèle seront maintenus dans leurs fonctions.

Il est interdit aux vétérinaires départementaux d'accepter une rémunération quelconque des personnes dont ils auront visité les animaux.

A la Chambre, le 15 juin 1908, le discours de M. Vigouroux a montré les grosses pertes annuelles, plus de 50 millions, éprouvées par nos agriculteurs par suite des maladies contagieuses du bétail. M. Plissonnier s'est associé à ces observations. M. Cazeneuve a insisté sur la nécessité d'un contrôle général des viandes, et d'appliquer la loi au département de la Seine. M. de Villebois-Mareuil a demandé la nomination d'un directeur technique de tout ce service. M. Gheusi a insisté sur ce point fort important, a-t-il dit, si on veut éviter l'émiettement des responsabilités, ou les augmentations de personnel à l'Administration centrale; et il a ajouté que, dans une question aussi grave, on ne doit pas regarder à 10 ou 15.000 francs. M. Rousé, rapporteur, a soutenu la même thèse, mais a demandé à la Chambre d'accepter le projet tel qu'il est présenté, afin de ne pas en retarder le vote, tout en faisant ressortir la nécessité de prendre au plus vite d'autres mesures pour le contrôle scientifique de la viande et du lait.

Enfin, M. Ruau, ministre de l'Agriculture, a confirmé son accord complet avec la Commission, et a promis de nommer plus tard un directeur technique, si c'était nécessaire.

Les divers articles ont été ensuite adoptés avec quelques modifications de détail. A signaler cependant la *suppression* démandée par le ministre de l'Agriculture, du paragraphe de l'article premier donnant aux vétérinaires départementaux le contrôle de la *production du lait*. « Le vétérinaire, a-t-il dit, n'a pas le droit de pénétrer dans une étable si elle n'est pas déclarée contaminée : au surplus, la mise en vente du lait est surveillée, et réglée par la loi sur les fraudes. »

La Commission et la Chambre, malgré M. Cazeneuve, se sont ralliées à l'avis du ministre.

A propos du lait :

La Chambre des députés, alaissé une lacune regrettable, dont il faut dire quelques mots, d'accord avec M. Cazeneuve, de Lyon.

Le rôle considérable du vétérinaire départemental, institué par cette nouvelle loi, rôle de protection pour les animaux et, en même temps, de protection de la santé publique, ne peut être assuré complètement que *si le contrôle hygiénique du lait ressortit à son service.*

On a énuméré déjà les devoirs nouveaux qui se rattacheraient à ces fonctions de vétérinaire départemental. L'inspection des viandes et l'application des lois et règlements de la police sanitaire, constitueront sa besogne principale. Mais la loi aurait dû ne pas rester muette sur sa mission *de contrôler dans les vacheries*, dans les étables, les conditions hygiéniques de la production du lait.

Des vaches malades, atteintes de maladies contagieuses ou non, donnent un lait dont la nature vicieuse et mauvaise échappe à l'*analyse chimique*. dans l'état actuel de la science, mais qui devrait être rejeté de la consommation, en raison de certains microbes ou de certaines toxines qui le souillent.

La Commission de l'Agriculture, très sagement, avait inscrit dans la loi la nécessité de ce contrôle sanitaire du lait. Le ministre de l'Agriculture a eu le tort, pour faire taire certaines préventions, à l'occasion de l'inspection des étables, de demander la suppression du paragraphe visant ces mesures de vérification si utiles à la santé publique, disons à la santé des enfants en bas-âge.

MM. E. Vaillant et Cazeneuve ont justement protesté.

La Chambre, qui a l'intention, louable d'ailleurs, de ne pas tracasser nos cultivateurs, n'a pas senti qu'en cette circonstance, nos cultivateurs ne devaient pas être émus de la surveillance exercée dans leur propre intérêt.

C'est une grosse erreur de croire que les mesures préventives de l'hygiène sont discutables parce qu'elles portent atteinte à la liberté individuelle. La vérité est que ces mesures conduites avec science et jugement n'ont nullement besoin d'être tracassières pour être efficaces. Et les services rendus par des prescriptions momentanément un peu ennuyeuses sont tels qu'il

est bon de faire appel à la bonne volonté de tous pour que chacun s'y soumette bénévolement au lieu d'encourager, par des faiblesses et des concessions malencontreuses, des préventions peu justifiées.

Il est à regretter que le ministre de l'Agriculture se soit prêté dans la discussion de la loi sur les épizooties, à rayer du texte des mesures de saine et judicieuse prévoyance, à supprimer la visite des vacheries et le contrôle du lait, ce produit de consommation si important.

Tous les journaux vétérinaires ont élevé, à cet égard, des protestations, ou ont fait entendre des regrets.

A la Société des Sciences vétérinaires de Lyon (27 juin 1908), M. Arloing, au sujet de la proposition de loi ayant pour objet de combattre les épizooties et les maladies contagieuses, a présenté d'importants commentaires au sujet du paragraphe 5 de l'article premier (*Officiel,* 16 juin 1908, page 1204) sur le *contrôle de la production du lait*. L'amendement déposé par M. Cazeneuve : « 5° D'inspecter les étables et de contrôler les conditions hygiéniques de la production du lait », n'est pas adopté.

M. Arloing expose les multiples raisons d'hygiène générale en faveur de l'amendement Cazeneuve. Sur la proposition de M. Aureggio, le rapport de M. Arloing sera envoyé aux membres du Parlement, afin de combler cette fâcheuse lacune.

Au sujet des viandes d'animaux tuberculeux. — M. Arloing, fait ressortir l'insuffisance des règlements actuels sur l'inspection des viandes tuberculeuses. Le virus tuberculeux qui, croyait-on autrefois, pénétrait toujours par les voies lymphatiques en laissant la trace de son passage dans les ganglions traversés, a souvent, comme porte d'entrée, la voie sanguine et, d'autre part, peut franchir les ganglions lymphatiques sans y laisser de lésions apparentes. Par exemple, la tuberculose pulmonaire provient parfois d'une infection contractée par l'intestin, alors même que celui-ci est indemne ainsi que ses lymphatiques et ganglions efférents. Il peut même arriver qu'il y ait invasion bacillaire sans aucune lésion, c'est-à-dire septicémie tuberculeuse.

On voit, d'après cela, combien il est difficile de dire, d'après un examen macroscopique, même minutieux si l'on a affaire à de la tuberculose localisée ou généralisée.

Il est bien avéré, à l'heure actuelle, que des ganglions sains en apparence peuvent être virulents, et que les muscles eux-mêmes ont, dans quelques cas, transmis la maladie, ces muscles d'ailleurs peuvent renfermer de petits ganglions aggravant leur nocuité.

Scientifiquement parlant, on peut donc dire que même dans les cas de tuberculose la plus localisée, les parties apparemment saines peuvent être dangereuses à consommer. Mais il y a la question économique qui oblige à tempérer les mesures à prendre. Il est regrettable que le freibank et la

stérilisation soient des moyens que nos mœurs françaises rendent difficiles à appliquer; ils pourraient diminuer considérablement les risques.

On voit, par ce qui précède, que la *science de l'alimentation*, avec les multiples fraudes qu'elle provoque, mérite de fixer l'attention des sociétés comme la nôtre, afin de participer à une lutte qui a pour objectif l'hygiène publique, la santé des populations et des soldats. A cet effet, la 19e Section devra se préoccuper de la réalisation en 1908 des vœux insérés dans le compte rendu de 1907 du Congrès de 1907 (t. II, p. 1611) au sujet *des fraudes alimentaires* portant sur les viandes de boucherie et la nécessité de faire disparaître quelques difficultés entravant leur répression. A ce sujet, le vétérinaire inspecteur de l'abattoir de Troyes, M. Ch. Morot a exposé les considérations suivantes :

« Considérant que la loi du 27 mars 1851, qui permettait d'intenter des poursuites judiciaires d'après le procès-verbal de saisie d'un vétérinaire inspecteur et sans analyse chimique d'un laboratoire agréé, contre les personnes détenant sans motifs légitimes, mettant en vente ou vendant des viandes corrompues, a été abrogée;

» Considérant que la loi du 1er août 1905, complétée par le décret du 31 juillet 1906 et l'arrêté ministeriel du 1er août 1906 ne peut pour l'instant assurer partout la répression pénale de tous les cas de détention sans motifs légitimes. de mise en vente ou de vente de viande corrompue, en raison de l'insuffisance numérique des laboratoires agréés, exigés par la loi;

» Considérant qu'un tel état de choses est éminemment contraire à l'hygiène publique et qu'il y a lieu d'y remédier à bref délai;

» Émet le vœu que la loi du 1er août 1905 sur la répression des fraudes alimentaires soit modifiée de telle façon qu'une disposition complémentaire rende possibles, sans analyse chimique d'un laboratoire agréé, les poursuites judiciaires contre les personnes qui détiennent, sans motifs légitimes, mettent en vente ou vendent des viandes alimentaires qu'elles savent être corrompues. »

On a beaucoup parlé des animaux malades qui proviennent du marché de la Villette et des maladies qu'ils répandent dans tout le pays.

Des mesures devront être prises pour que le marché de la Villette ne soit plus le dépotoir des maladies contagieuses et pour empêcher l'évacuation des animaux malades de la capitale en province, comme cela se pratiquait depuis trop longtemps pour la région de l'Est. Il est urgent de sacrifier sur place les animaux atteints de maladies contagieuses et il faut que, à Paris comme dans toute la France, on applique la loi du 28 juillet 1898 sur le Code rural et le décret du 6 octobre 1904 sur la police sanitaire des animaux domestiques.

Ces importantes questions seront traitées et solutionnées prochainement, puisque la Chambre des députés a adopté les projets de lois Vigouroux et Ory, ayant pour objet l'organisation d'un service sanitaire national des épizooties, réglé par la loi du 12 janvier 1909.)

En ce qui concerne les fraudes de l'Est qui ont tant ému l'opinion

publique, M. Arloing a fait remarquer que beaucoup de faits rapportés à cette occasion ne sont pas nouveaux. Il y a une quinzaine d'années, alors qu'il expérimentait sur la péripneumonie, il trouvait à se pourvoir, à bas prix, d'animaux d'expériences, à la Villette, parmi des sujets inférieurs que l'on rassemblait en un coin du marché pour la fourniture militaire. Il y avait donc déjà ce que l'on appelle depuis peu le *cimetière de l'Est*.

Il est à désirer que la proposition de loi Villejean relative à l'inspection sanitaire des viandes aux abattoirs, à la suppression des tueries, soit adoptée le plus tôt possible pour le plus grand bien de l'hygiène des populations civiles et militaires.

La Croix Blanche contre les fraudes. — A l'image de la *Croix Rouge*, pour les soins et la protection des blessés en temps de guerre, on vient de créer la *Croix Blanche* pour protéger les populations contre la fraude des aliments.

La *Croix Blanche* estime que la répression des fraudes alimentaires ne deviendra réellement efficace que lorsque la législation, les mesures de répression et les méthodes d'analyse, auront été unifiées et codifiées dans tous les pays.

Pour atteindre ce but, il est indispensable de définir l'aliment pur, l'aliment exempt de fraude.

Tel est le but du Congrès de Genève, qui s'est ouvert le 8 septembre 1908.

Le Conseil fédéral suisse a subventionné ce Congrès, où vingt-cinq états seraient représentés par des spécialistes et des savants.

La France était représentée à Genève par le professeur Bordas, président de la délégation française et par MM. Leydet, Calvet, Menier, Potin, Bolo, Rouvier, Bory d'Arnex, Franche, Roux, Amieux, Bourgeois, Bonjean, Cazeneuve, Deloncle, Decker-David, Girard, Marguery, de Montebello, Raffalovich, Turpin, Vinay, Pommery, Ruinart, Werlé, etc.

MM. Ruau, Cruppi, d'Arsonval, Blanchard, Bouchard, Armand Gautier, Guignard, Henri de Rothschild, Harmand et le docteur Roux, composaient le Comité d'honneur de la délégation française.

Parmi les délégués étrangers, signalons M. Kerp, directeur du Bureau de salubrité impérial de Charlottemburg (Allemagne); M. le docteur Arata, directeur du Laboratoire municipal de Buenos-Ayres (République Argentine); M. André, inspecteur général du Service de surveillance de la fabrication des denrées alimentaires de Bruxelles (Belgique); M. Christensen, directeur du Laboratoire de l'État danois (Danemark); M. Chicote, directeur du Laboratoire municipal de Madrid (Espagne); M. Willey, directeur du Service chimique de Washington (États-Unis); M. Villavecchia, directeur du Laboratoire de Rome (Italie); M. Mourgues, directeur de l'Institut municipal de Valparaiso (Chili), etc.

On voit par ces noms quelle a été l'importance du Congrès de la Croix Blanche de Genève.

La *Croix Blanche*, désirant s'attaquer successivement à tous les fléaux qui dévastent l'humanité : tuberculose, cancer, syphilis, alcoolisme, maladies infectieuses ou parasitaires, a décidé de commencer son action par une guerre *intensive à la fraude alimentaire*.

Cette fraude, en effet, atteint un grand nombre de gens ; et elle est cause de nombreuses maladies.

Ce Congrès est venu à son heure ; tout le monde était d'accord sur ce point qu'il est urgent de faire à la fraude, sous toutes ses formes, une guerre acharnée. (Voir le compte-rendu du Congrès de 1908.)

M. Ch. MOROT

Vétérinaire, Inspecteur de l'Abattoir (Troyes).

DU CONTROLE DE LA SALUBRITÉ ET DE LA QUALITÉ DE L'ALIMENTATION CARNÉE DES SOLDATS

— 7 août —

Au commencement de cette année, M. Chéron, sous-secrétaire d'Etat au Ministère de la Guerre, voulut vérifier certaines imputations dirigées contre les viandes fournies aux troupes. Après s'être dit, comme le poète Juvénal : « Qui surveillera les surveillants eux-mêmes? » il chargea de cette vérification d'abord un inspecteur de police du service de la sûreté de Paris, ensuite une Commission technique — dont l'envoi s'imposait dès le début — comprenant un intendant militaire et le vétérinaire sanitaire en chef du département de la Seine.

Les abus constatés sur place par les délégués ministériels, et révélés par la presse, causèrent partout une pénible impression. La population en demeura surprise, comme s'il se fût agi de fraudes inédites. Son émotion l'empêcha d'y voir la réalité, c'est-à-dire la répétition de faits que les journaux signalèrent, au cours des années antérieures, et dont les pouvoirs publics ne surent point, jusqu'ici, tirer un enseignement suffisant au profit des consommateurs civils et militaires. Les scandales des viandes militaires de Troyes, en 1894, certainement plus nombreux et plus graves que ceux mis à jour par M. Chéron en 1908, auraient déjà dû, il y a quatorze ans, servir de leçon à ceux qui peuvent solutionner d'aussi graves questions dans l'intérêt du pays tout entier.

L'histoire nous apprend qu'en remontant à un passé déjà lointain, on trouve des cas semblables à ceux dont nous nous occupons ici.

Dans l'empire romain, le service des vivres militaires était entre les mains d'un intendant général, assisté de nombreux préposés qui trompaient fréquemment l'État avec la complicité des contrôleurs ayant la mission de les surveiller. Un empereur donna lui-même le mauvais exemple : Du blé qui s'était avarié par vétusté, après avoir été acheté pour l'armée romaine, et dont le mauvais état aurait pu être reconnu par les soldats au moment de la distribution, fut, par ordre impérial, mêlé à du blé nouveau, afin d'éviter des pertes au Trésor et les reproches des troupes (1).

Le 28 mai 1716, le directeur des boucheries du roi de France subit une condamnation pour avoir distribué aux soldats des chairs ladres, ainsi que des viandes d'animaux crevés, et pour avoir employé de faux instruments de pesage (2).

Au XVIII^e^ siècle, la viande livrée aux hôpitaux militaires français laissait souvent à désirer, à cause de la substitution de la chair de vache à celle de bœuf : « L'administration ordonnait alors des enquêtes, envoyait des inspecteurs; les uns faisaient des rapports, signalaient des abus de la part des entrepreneurs de subsistances, indiquaient de nouveaux moyens de surveillance. Et puis, l'année suivante, dans une autre province, les mêmes plaintes se produisaient suivies des mêmes rapports et souvent de la même impuissance (3). »

Vers la même époque, de Feuquières, lieutenant général des armées du roi, recommandait à l'intendant de l'armée « d'avoir une attention particulière » pour que la viande, destinée aux troupes, fût bonne et distribuée régulièrement. « Dans ce détail, ajoutait-il, il se peut passer une infinité de friponneries dont le malheur tombe toujours sur le soldat, qui, par là, se trouve privé d'une subsistance qui le soutient, quoique le prince en paie à son entrepreneur la distribution régulière (4) ».

Un mémoire instructif pour les contrôleurs des hôpitaux militaires français, imprimé en 1738 (5), chargeait ces officiers d'examiner la viande avec attention, soir et matin, au moment du pesage, afin de s'assurer si « elle était belle, bien saignée et de bonne qualité », c'est-à-dire conforme aux recommandations des médecins et chirurgiens-majors. Il leur prescrivait, en outre, quand la viande n'aurait pas la qualité requise, « ce qui serait très préjudiciable à la santé des malades », de la faire « sur-le-champ jeter dans la rivière en présence de témoins » et d'en envoyer » acheter aux boucheries de la ville de la plus belle qui s'y trouverait, en telle quantité qu'il faudrait et aux dépens de qui il appartiendrait. »

En 1743, Chauvelin, intendant de l'armée du Rhin, fut chargé, par le comte d'Argenson, secrétaire d'État du département de la Guerre, de préposer un commissaire des guerres à une inspection particulière des bestiaux de boucherie destinés aux troupes, afin qu'il n'en fût livré que de bonne qualité (6).

Le règlement des hôpitaux militaires du 14 janvier 1744 n'admettait que la viande « belle, bien saignée et de bonne qualité ». Celle trouvée défectueuse par

(1) LAMARE : *De la milice romaine depuis la fondation de Rome jusqu'à Constantin*, Paris, 1870, p. 338.

(2) DELAFOND : *Traité de police sanitaire des animaux domestiques*, Paris, 1838, p. 753.

(3) A. BABEAU : *La vie militaire sous l'ancien régime*, Paris, 1889, pp. 215-216.

(4) *Mémoires du marquis de Feuquières (Maximes sur la guerre*, etc.), t. I^er^, Amsterdam, 1741, p. 156.

(5) *Mémoires sur la guerre tirés des originaux de* M. DE TURENNE, avec plusieurs mémoires concernant les hôpitaux militaires présentés au Conseil en 1736, 2^e^ partie, Paris, 1738, pp. 56 et s.

(6) *Détails militaires dont la connaissance est nécessaire à tous les officiers et principalement aux commissaires de guerre*, par DE CHENNEVIÈRES, 1^er^ commis de la Guerre, Paris, 1750, t. IV, pp. 205 et s.

le contrôleur devait être signalée au commissaire des guerres, à défaut au major de place ou à tout autre officier chargé des détails qui, après l'avoir fait jeter à la rivière ou enterrer en présence de témoins, devait en acheter d'autre de la plus belle qualité aux boucheries de la ville, aux frais de l'entrepreneur condamné à perdre le prix de la mauvaise fourniture et à payer une amende. Chaque jour, avant les repas, le médecin, le chirurgien-major et le commissaire des guerres goûtaient aux portions des malades, pour s'assurer si elles n'étaient pas défectueuses (1).

Jusqu'à ce jour, dans la plupart des villes de garnison dépourvues de boucheries militaires, comme dans celles où l'armée ne s'adresse point aux tueries particulières pour ses viandes, les animaux destinés à la consommation des troupes sont tués dans des abattoirs publics surveillés par des vétérinaires civils.

Toutes les bêtes, sacrifiées dans ces établissements communaux en vue de la consommation civile et militaire, doivent y subir l'inspection des vétérinaires municipaux exerçant, par délégation, les attributions hygiéniques et sanitaires dévolues aux maires à l'égard des animaux de boucherie et des denrées alimentaires.

Une instruction du Ministère de la Guerre sur le contrôle et l'inspection de la viande destinée à l'armée, en date du 22 avril 1905, confiait encore en mars 1908 ce service à un vétérinaire ou, à défaut, à un médecin militaire de la garnison, qui devaient l'un ou l'autre l'assurer dans les abattoirs mêmes — par l'examen et le marquage des animaux sur pied, l'examen et l'estampillage des animaux abattus — ou en cas d'impossibilité à l'intérieur des casernes et quartiers.

A la suite des constatations faites dans certaines garnisons de l'Est, par les délégués techniques de M. Chéron, quelques vétérinaires inspecteurs municipaux furent taxés de négligence ou d'inexpérience professionnelle, notamment en ce qui concerne l'estampillage d'animaux tuberculeux, de bêtes non engraissées, etc. Cette accusation amena le sous-secrétaire d'État au Ministère de la Guerre à décider, par sa circulaire du 28 mars 1908, relative à l'inspection et à la réception des viandes destinées à l'alimentation de l'armée : 1° qu'aucune viande ne pourrait être livrée à un corps de troupe sans inspection et marquage sur pied, sans inspection et marquage après l'abatage des animaux — dont ces viandes proviennent — par un vétérinaire de l'armée ou à défaut un médecin délégué par le corps; 2° qu'en aucun cas il ne pourrait être suppléé à cette inspection « par la vérification d'un vétérinaire municipal ».

Avant de soumettre cette circulaire à la signature ministérielle, le rédacteur eût agi sagement en tenant compte de certains faits laissés dans l'ombre.

On ne peut lui contester le droit d'admettre que les constatations de

(1) DE CHENNEVIÈRES : *Détails militaires*, etc., t. II, pp. 180 et s.

mars 1908 permirent d'incriminer quelques vétérinaires inspecteurs municipaux. Par contre, on pourrait lui demander si ces constatations démontrèrent l'irréprochabilité des services militaires d'inspection, prévus par l'instruction précitée du Ministère de la Guerre du 22 avril 1905.

On apprendrait alors, si la question n'était point éludée, que, bien souvent, ces services n'ont été établis que sur le papier ou qu'ils ont mal fonctionné. L'une ou l'autre de ces réponses prouverait surabondamment l'existence d'une faute militaire.

En publiant le texte récent auquel il vient d'être fait allusion, l'Administration de la Guerre a agi comme si elle ignorait qu'il ne lui appartenait point de vouloir diminuer les attributions des vétérinaires civils, préposés à l'inspection des abattoirs communaux.

Sur quelle loi s'est-elle appuyée pour tenter d'enlever à ces vétérinaires leur droit d'*inspection de salubrité* sur une partie des viandes sacrifiées dans lesdits établissements, au risque de provoquer, par cet essai intempestif de retranchement, des réflexions désobligeantes à l'égard des agents sanitaires municipaux ?

Un examen plus approfondi de la situation, avec des vues moins exclusives, eût empêché l'Administration de la Guerre de s'engager dans cette voie. Il lui suffisait, pour se maintenir sagement à sa place, de ne point perdre de vue :

1° Que les municipalités, sous leur propre responsabilité, sous le couvert des lois et décrets sur la matière, ont seules le droit d'assurer les services de police sanitaire et d'hygiène publique dans leurs abattoirs ;

2° Que dans ces établissements les vétérinaires municipaux ont mission de *saisir* les viandes insalubres, tandis que les vétérinaires de l'armée y peuvent seulement *exclure* de la consommation militaire, *sans droit de confiscation*, les viandes ne répondant pas aux exigences des cahiers des charges pour les fournitures des troupes ;

3° Qu'à l'égard des viandes de bêtes tuberculeuses, les inspecteurs civils des abattoirs sont tenus, par le Ministère de l'Agriculture, de suivre des prescriptions officielles autres que celles imposées aux vétérinaires militaires par le Ministère de la Guerre ;

4° Qu'une partie plus ou moins importante des chairs et viscères des animaux tués pour l'armée entre directement dans la consommation civile, dont la surveillance hygiénique et sanitaire est confiée aux maires ;

5° Qu'aucune viande, même entièrement destinée à l'armée, ne peut sortir des abattoirs communaux sans porter le timbre municipal de salubrité.

De l'exposé précédent, il résulte que les viandes des abattoirs communaux des villes de garnison se divisent en deux classes, l'une civile, l'autre militaire, soumises à l'inspection municipale de *salubrité*. La viande militaire subit, en outre, successivement, de la part du service vétérinaire de l'armée ou du service médical de même ordre, une deuxième inspection de *salubrité* et une inspection de *qualité*.

Depuis longtemps, j'admets le contrôle de *qualité* pour les livraisons des bouchers aux troupes (1). Dans une lettre publiée en 1894 sous la signature X... (2), je concluais ainsi à ce sujet :

Les fournitures des viandes de l'armée ne peuvent être livrées avec de sûres garanties qu'avec l'apposition successive de l'estampille municipale, *indice de la salubrité,* et de l'estampille militaire, *indice de la qualité* requise et du prix convenu (3).

J'ai exprimé les mêmes vues dans un mémoire présenté en 1894 au huitième Congrès international d'hygiène et de démographie tenu à Budapest (4).

La double inspection de *salubrité*, mettant en présence deux pouvoirs différents et deux compétences souvent inégales, commande certaines réserves importantes en faveur de la régularité des services vétérinaires communaux.

En raison de l'adhérence de la tête et du poumon à chaque animal abattu, imposée par l'instruction du Ministère de la Guerre du 2 mai 1908 sur le contrôle des viandes des troupes, l'inspecteur municipal devra choisir ou l'inspection faite en commun avec le service militaire de contrôle, ou l'inspection pratiquée séparément, après celle de ce service. Il n'y a pas d'autre solution, car un examen sérieux du poumon et de la tête ne peut avoir lieu que sur ces organes détachés des quartiers, après constatation de l'adhérence. Aucune partie des animaux, portant ou non des altérations, ne doit être enlevée au cours de l'inspection militaire, ni faire défaut pour l'inspection civile (5).

L'application, à la lettre, de quelques prescriptions de la nouvelle réglementation militaire est susceptible, à certains moments, de susciter des conflits entre les délégués sanitaires des municipalités et les délégués experts de l'armée. Elle peut priver ces derniers du concours de l'expérience des premiers, qui sont généralement familiarisés avec les difficultés de leur métier et qui, plus d'une fois, ont provoqué la répression de fraudes incontestables commises au préjudice des troupes à l'insu des commissions des ordinaires.

(1) MONTLUÇON (Ch. MOROT) : *De la qualité des viandes de boucherie consommées dans l'armée (Progrès vétérinaire,* 25 février 1893, pp. 81 et s.)

(2) A. GERVAIS : *L'alimentation dans l'armée,* Paris 1894, pp. 23-25.

(3) A Troyes, (depuis vingt-quatre ans en 1908), les viandes livrées aux hospices civils portent l'estampille *municipale* et l'estampille *hospitalière,* appliquées successivement après l'inspection de *salubrité* et le contrôle de *qualité* exercés par le vétérinaire inspecteur de l'abattoir, expert des hospices, en conformité du cahier des charges, imposées au boucher adjudicataire desdits établissements. (GERVAIS, *loc. cit.* pp. 44-46).

(4) Ch. MOROT : *La viande pour l'armée. (Comptes rendus et Mémoires du 8e Congrès international d'hygiène et de démographie,* t. V, Budapest 1896, pp. 218-221.)

(5) Des inspecteurs militaires ont, paraît-il, pratiqué des *saisies totales* d'animaux portant des lésions tuberculeuses motivant le *rejet complet* des fournitures, en conformité de l'instruction du Ministère de la Guerre du 2 mai 1908, sur le contrôle des viandes de troupe (article 5), mais n'entraînant qu'une *saisie partielle* d'après l'arrêté du Ministère de l'Agriculture, sur les viandes d'animaux tuberculeux, du 28 septembre 1896.

Au lieu de tenir les vétérinaires municipaux à l'écart, il valait mieux, dans l'intérêt même de l'alimentation de l'armée, leur laisser exclusivement l'inspection de *salubrité* des viandes de troupe et en faire les collaborateurs des vétérinaires et médecins militaires, contrôleurs de la *qualité* de ces viandes.

Sans vouloir préjuger aujourd'hui de l'efficacité des mesures prises depuis mars 1908 pour améliorer et assainir la nourriture carnée des soldats, je me permets, à la fin de ce travail, d'exprimer l'opinion suivante :

Aussi longtemps que l'organisation de l'inspection des abattoirs aura la forme d'une agglomération disparate d'institutions communales hygiéniques et sanitaires, manquant d'un contrôle réellement technique de l'État, la population civile et militaire restera insuffisamment préservée de la consommation des viandes malsaines et de mauvaise qualité, car celles-ci peuvent fréquemment pénétrer clandestinement d'une localité non inspectée dans une autre pourvue d'un bon service d'inspection.

Discussion. — M. Hocquart déclare que la circulaire ministérielle incriminée par M. Aureggio a produit d'excellents résultats.

M. Pader, vétérinaire principal en troisième ressort, confirme cette déclaration.

M. Rabieaux appuie la thèse soutenue par MM. Aureggio et Morot et montre les inconvénients du système militaire.

M. Hocquart fait remarquer que l'armée examine d'abord les animaux sur pied et qu'il est nécessaire que l'administration militaire puisse pénétrer à l'abattoir.

M. Henrot estime que le contrôle, pour être efficace, doit être effectué après l'abatage et que ce contrôle appartient à l'inspecteur municipal.

M. Rabieaux donne de nouvelles explications.

M. Grollet signale un conflit qui s'est produit à Versailles, comme suite aux instructions du ministre de la Guerre.

M. Aureggio estime qu'il doit y avoir entente entre les inspecteurs civils et militaires.

M. Arloing fait ressortir que la circulaire ministérielle consacre une sorte de suspicion à l'égard des vétérinaires civils, suspicion qu'il importe de faire cesser le plus tôt possible dans l'intérêt de tous.

M. E. VIGENAUD

Chargé de cours à l'École de Médecine (Clermont-Ferrand.)

LA QUESTION DES EAUX A CLERMONT-FERRAND

— 7 août. —

La ville manque d'eau et, dans certaines saisons et à certaines heures, le service spécial est obligé de suspendre la distribution, ce qui occasionne de grandes incommodités pour les particuliers, la suppression ou la dimi-

nution du service d'arrosage, une gêne considérable pour les industriels, un danger dans le cas d'incendie, et, enfin, la contamination des conduites qui, après avoir été vides, se remplissent à nouveau en produisant une aspiration dans le sous-sol profondément fécalisé où se trouvent les conduites.

On s'est donc préoccupé de chercher de l'eau complémentaire, et on a estimé à 15.000 mètres cubes par jour la quantité nécessaire.

Où trouver cette eau? D'aucuns ont pensé que dans nos belles montagnes l'eau pure devait se trouver à profusion et ont préconisé l'adduction d'eaux de source. Malheureusement, la quantité considérable d'eau que nous voulons acquérir rend cette solution difficile à réaliser ; les riverains des cours d'eau, les usagers des sources opposent, en général, une grande résistance et même, dans notre pays, ils se sont parfois livrés à des actes de violence plus ou moins graves pour empêcher tout captage. Néanmoins, des études ont été faites de différents projets pouvant donner satisfaction au point de vue de la quantité et de la pureté de l'eau. Si elles démontrent la possibilité d'acquérir ces sources sans trop d'aléas, c'est vraisemblablement la solution qui sera préférable. On a pensé, d'autre part, à utiliser les eaux de l'Allier, que personne ne revendique et qui fourniraient à flots de l'eau malheureusement impure, comme toutes les eaux de rivière.

Aussi les promoteurs de ce projet songent-ils simplement à amener à Clermont de l'eau de l'Allier pour les usages industriels et d'édilité, réservant toute l'eau de source que nous possédons actuellement, à l'alimentation.

La population clermontoise semble opposée à ce projet d'adduction d'eau de l'Allier, pensant, à tort ou à raison, qu'en un jour de disette, on pourrait la faire passer dans la canalisation d'eau potable.

Voilà, retracé à grands traits, l'état de la question de l'eau à Clermont, et le docteur Vigenaud serait heureux de demander à une réunion de savants comme ceux qui composent la Section d'hygiène du Congrès de l'Association pour l'Avancement des sciences, leur avis sur ce sujet. A diverses reprises, des conseillers municipaux de Clermont ont exprimé le désir de consulter des hommes de science sur cette situation, et l'occasion semble propice pour leur donner satisfaction.

Discussion. — M. Henrot pense que la quantité d'eau recherchée est exagérée et qu'il serait possible de la réduire.

M. Gautrez répond que la ville de Clermont possède des usines importantes, fournit de l'eau à des agglomérations voisines et qu'à certaines époques elle n'a que 4.000 mètres cubes d'eau. On voudrait assurer le chiffre de 300 litres par habitant.

M. de Montricher, qui s'est spécialement occupé de ces questions, fait connaître que la question des eaux a été résolue à Marseille d'une façon mixte, en branchant sur la conduite principale une deuxième conduite fermée, destinée à

fournir de l'eau de consommation. Cette eau est simplement décantée, et son épuration définitive est à l'étude.

Il pense que l'épuration de l'eau se fait à l'heure actuelle de façon très satisfaisante, de trois manières différentes : par des filtres à sable, par des filtres non immergés et par l'ozone ; que, dans ces conditions, il ne voit pas quels inconvénients pourrait présenter de l'eau de rivière filtrée, qui serait certainement aussi bonne que des eaux de source. Il rappelle que des statistiques très précises et très consciencieusement établies ont démontré qu'avec les eaux de rivière filtrées, on voyait décroître, dans de très grandes proportions, la morbidité typhique.

M. Augustin Rey (Paris) développe cette thèse que l'eau pure, l'eau salubre deviendra de plus en plus rare et de plus en plus chère, et que les municipalités devront bientôt, comme nombre d'entre elles l'ont déjà fait, user de deux eaux différentes : une eau pour l'alimentation et une eau pour l'industrie et l'édilité, ces deux eaux devant circuler dans des canalisations distinctes, sans communication entre elles, de façon que l'eau potable seule arrive chez les particuliers, où elle sert à tout, aussi bien à l'usage alimentaire qu'au nettoyage des latrines. L'eau industrielle arrive aux usines et aux bouches d'arrosage. Même, si l'on craint que, dans les usines, les ouvriers ne la consomment, par erreur ou par négligence, on peut donner également aux industries l'eau potable, en réservant l'eau moins pure pour les seuls usages de l'édilité. Dans certaines villes, pour être sûr de la séparation absolue des deux eaux et de l'impossibilité de tout mélange, on donne la fourniture de l'eau de lavage à une entreprise particulière, la ville conservant la distribution d'eau potable.

M. Petit (Suresnes) fait connaître les excellents résultats fournis par la filtration de l'eau de Seine à Suresnes et la diminution énorme de la morbidité typhique depuis cette filtration.

M. le médecin-inspecteur Hocquart rappelle les épidémies causées par certaines eaux de source à Paris, notamment par celle de la Vanne, et déclare qu'il n'y a aucune différence, au point de vue hygiénique, entre l'eau de source bien captée, à périmètre protégé, et l'eau de rivière bien filtrée. Mais il serait nécessaire, quel que soit le mode d'épuration adopté, d'en surveiller de très près le fonctionnement et de multiplier les analyses.

Du reste, l'administration militaire exigeant de ses services une analyse bimensuelle, les renseignements fournis par ces analyses pourraient être communiqués à l'autorité municipale.

M. Gautrez pense que l'autorité supérieure n'autoriserait l'adduction d'eau de rivière, même pour des usages industriels et d'édilité, que sous la condition d'une épuration préalable.

M. Rey fait observer que la filtration de l'eau cause une dépense élevée, et il ne voit pas, pas plus que M. Henrot, la nécessité de filtrer l'eau de lavage.

M. de Montricher insiste sur les excellents résultats donnés par l'alimentation des villes par les eaux de surface traitées par filtration naturelle ou par les différents procédés d'épuration consacrés par la technique sanitaire.

M. Arloing considère que la filtration scientifique, celle que nous pratiquons au grand jour, est cent fois plus sûre que celle que la nature pratique obscurément, qui peut être parfois excellente, mais qui est souvent aussi très imparfaite. Il proteste contre l'exactitude du propos prêté à Pasteur sur la pureté constante des eaux de source ; jamais le grand esprit scientifique qu'était l'illus-

tre savant n'aurait dit que les sources surgissant, par exemple, des terrains calcaires, largement fendillés et fissurés, offraient une pureté complète.

Il cite l'exemple de Lyon, qui s'alimente d'eau potable en la puisant immédiatement dans le Rhône et qui s'en trouve admirablement. L'eau s'épure dans des galeries et des puits filtrants, creusés dans les berges du fleuve, et s'est constamment montrée aussi pure et aussi salubre que possible.

Il rappelle l'émotion des Lyonnais quand ils apprirent que Genève allait pratiquer le tout à l'égout et jeter toutes ses eaux-vannes au lac. Ils virent par avance le Rhône empoisonné par toutes ces déjections. Eh bien, il n'en fut rien, et le laboratoire bactériologique de Lyon ne constata point une bactérie de plus dans les eaux alimentaires.

Il estime que de semblables galeries et puits filtrants pourraient être creusés dans les berges sablonneuses de l'Allier et rendraient les mêmes services que les puits du Rhône, en fournissant une eau irréprochable qu'on pourrait réserver, si on le voulait, aux services industriels et d'édilité, mais qui pourrait être livrée à l'alimentation, si besoin en était, étant incontestablement aussi salubre que des eaux de source.

M. Gautrez fait observer que le point où l'on projetait de puiser l'eau de l'Allier se prêtait mal à l'adaptation de puits filtrants.

M. Arloing pense qu'il serait toujours possible de trouver un endroit propice pour une installation de ce genre, sur laquelle il insiste particulièrement en raison de l'expérience de la ville de Lyon. Au reste, les procédés d'épuration sont nombreux et l'on pourrait en adopter un autre.

Sur une observation de M. Vigenaud au sujet de la dépense considérable causée par l'usage constant et l'entretien fort coûteux des machines élévatoires, M. Vaudrey, ingénieur, secrétaire général de l'Union des Services municipaux techniques et travaux publics, répond que ces machines élévatoires, simples et robustes, sont, au contraire, extrêmement résistantes et d'un entretien très peu dispendieux.

M. N. Gréhant (du Muséum national) se rallie à l'opinion générale sur l'innocuité des eaux de rivière filtrées.

M. Rappin apporte l'affirmation des excellents résultats fournis par la filtration au sable de l'eau de la Loire, employée pour l'alimentation à Nantes.

Il résulte, en somme, de la discussion très intéressante et très documentée à laquelle s'est livrée la 19e Section du Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences, que les collectivités peuvent user des eaux de rivière à leur portée sans craindre de porter atteinte à la santé publique, sous la condition de les employer :

Soit sans épuration, pour les usages d'édilité, dans une canalisation spéciale;

Soit, après épuration bien surveillée par un des procédés consacrés, pour tous les usages, y compris, s'il est nécessaire, celui de l'alimentation, qu'elles assureraient dans des conditions très satisfaisantes.

M. le Professeur Nestor GRÉHANT

Délégué du Muséum national d'Histoire naturelle au Congrès de Clermont-Ferrand.

TOXICOLOGIE. — 1° ACTION DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ; 2° ACTION DE L'ACIDE CARBONIQUE

— 8 août —

1° A l'occasion d'une terrible catastrophe qui se produisit à Paris et qui causa la mort de trois ouvriers, j'ai fait une série d'expériences sur des animaux (cobayes) pour mesurer la dose toxique de l'hydrogène sulfuré ajouté à l'air.

J'ai développé, dans *la Nature*, dont je remets ici un exemplaire pour la Bibliothèque municipale et universitaire de Clermont, la technique nouvelle des procédés que j'ai employés : dans une cloche tubulée de verre d'une capacité de 50 litres, divisée en deux parties par un grillage, j'introduis un cobaye d'un côté de la cloison et, de l'autre côté, un petit ventilateur électrique animé par un accumulateur portatif de Gaiffe. Je fais passer dans la cloche 500 centimètres cubes d'hydrogène sulfuré pur : très rapidement, le ventilateur produit un mélange homogène; au bout de 15 secondes, le cobaye tombe sur le flanc; au bout de 45 secondes, les mouvements respiratoires s'arrêtent, l'animal meurt. L'autopsie physiologique, faite immédiatement, nous montre quelques trémulations du cœur.

Si l'on emploie les mélanges à $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{600}$, $\frac{1}{700}$, on reconnait que tous ces mélanges sont toxiques, mais en un temps compris entre deux et neuf minutes, et le cœur bat longtemps après l'arrêt respiratoire. Dans un mélange à $\frac{1}{1000}$, le cobaye continue à vivre.

Application pratique. — Avant de permettre à des ouvriers de descendre dans un puits ou dans une fosse, il est absolument nécessaire d'y faire descendre un petit animal, un cobaye, un rat, une souris, dans une cage ou dans un panier à salade fermé à sa partie supérieure : on laisse pendant une demi-heure cet animal au fond du puits et, quand on le retire à l'aide d'une corde, s'il vit et paraît bien portant, les ouvriers peuvent descendre sans crainte.

Il faut obéir aux prescriptions de la science, et déjà, en 1870, j'avais indiqué ce moyen de préservation dans une note publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*

2° Il m'a paru intéressant de chercher quelle est la composition de l'air puisé au niveau du sol de la Grotte du Chien-de-Royat.

Avec l'aide de M. Gautier, conservateur du célèbre Musée Lecoq, et de mon savant maître de conférences, M. le professeur Pachon, nous avons pris, le jeudi 6 août, dans l'après-midi, dans des flacons et dans de petits ballons de verre, plusieurs échantillons d'air au niveau du sol à 2 ou 3 centimètres au-dessus de la couche qui est traversée par les émanations d'acide carbonique.

Le lendemain, dans la matinée, j'ai fait, au Laboratoire de physique du Lycée Blaise-Pascal, les analyses de ces échantillons : l'acide carbonique a été dosé par une solution de potasse; l'oxygène a été dosé dans mon eudiomètre perfectionné, qui me rend tant de services.

Voici les résultats qui ont été obtenus :

100 centimètres cubes du mélange gazeux renfermaient :

Échantillons.	Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.	
	Centimètres cubes.	Centimètres cubes.	Centimètres cubes.	
a. . . .	16,2	12,8	71,0	
b. . . .	12,3	12,3	75,4	
c. . . .	5,6	11,2	83,2	
d. . . .	21,6	15,7	62,7	Gaz pris au fond d'un puits.

Les résultats sont assez variables, mais les quantités d'acide carbonique contenues dans l'air de la grotte et du puits sont assez grandes pour troubler l'excrétion de l'acide carbonique par les poumons et pour accroître considérablement l'absorption de ce gaz par le sang et par les tissus, comme me l'ont démontré mes expériences antérieures.

MM. RAPPIN

Professeur à l'École de médecine (Nantes).

ET

VANEY

Vétérinaire militaire (Nantes.)

RECHERCHES BACTÉRIOLOGIQUES SUR LA DIPHTÉRIE AVIAIRE

— 8 août. —

M. Rappin présente, au nom de M. Vaney et au sien, de nouvelles recherches qui complètent celles qu'ils ont présentées, l'an dernier, sur le même sujet, au Congrès de Reims.

En dehors de l'étude qu'ils avaient déjà faite du bacille de Löffler, isolé des fausses membranes de volailles atteintes de diphtérie, au point de vue de sa morphologie, de ses cultures et de sa virulence, ils ont continué, cette année, à étudier les effets de l'inoculation de ce bacille et de sa

toxine. Par l'inoculation en surface des cultures, on détermine assez aisément la production de fausses membranes sur la muqueuse de la cavité buccale de la poule. De plus, l'inoculation de la toxine extraite des cultures en bouillon de poule de ce bacille permet d'observer, chez le cobaye, des symptômes en tout comparables à ceux qu'amène l'inoculation de la toxine issue du bacille humain : les doses nécessaires pour produire ces résultats sont seulement plus fortes.

Enfin, dans plusieurs cas de diphtérie aviaire, dans lesquels le bacille de Löffler a été ainsi isolé, la guérison des volailles atteintes a été nettement obtenue par l'injection du sérum antidiphtérique.

Se basant sur l'ensemble de leurs observations et de leurs expériences, M. Rappin et M. Vaney concluent, comme autrefois M. le professeur Feré et M. Rappin lui-même, à l'identité du bacille de Löffler des volailles et du bacille de la diphtérie humaine, et ils en déduisent qu'au point de vue de la prophylaxie de cette dernière maladie, on doit tenir comme dangereux les foyers de diphtérie aviaire.

Discussion. — M. Rappin a fait passer sous les yeux des assistants des cultures de méningocoque.

M. Grasset (Riom), expose que, pendant l'hiver dernier, une épidémie grave de diphtérie sévit sur la ville. Dans de nombreuses maisons isolées de la banlieue où se trouvaient des malades atteints de diphtérie, il s'est renseigné sur l'état de santé des animaux domestiques; or, maintes fois, il a appris que les poules étaient soit crevées, soit gravement malades.

Il a publié ces faits à la Société locale des Sciences médicales de Gannat, demandant l'avis de personnes autorisées, appelant l'attention sur le danger d'une contamination possible. Les opinions furent partagées; mais plusieurs médecins confirmèrent la coexistence, dans la même maison, de la diphtérie humaine et de la diphtérie aviaire.

M. Rabieaux ne croit pas à l'identité des deux affections. » J'ai écouté avec beaucoup d'intérêt, dit-il, la communication faite par M. Rappin; car elle apporte des faits positifs sur l'identité d'origine de la diphtérie aviaire et de la diphtérie humaine, point controversé qui semblait résolu, depuis quelques années, dans le sens opposé aux conclusions de l'expérimentateur.

Je ne saurais, pour ma part, contester les faits d'observation et d'expérimentation que nous apporte M. Rappin. Je dois cependant déclarer que j'ai été appelé assez fréquemment, alors que j'étais chef des travaux de maladies contagieuses à l'École vétérinaire de Lyon, à constater des épizooties de diphtérie aviaire. Chaque fois, je me suis livré à des recherches expérimentales sur la question d'identité des deux diphtéries et j'ai toujours obtenu des résultats négatifs dans mes essais.

« En matière de spécificité microbienne, l'on sait combien il est difficile de se prononcer ; l'exemple de la tuberculose humaine et aviaire est probant en l'espèce. Les caractères morphologiques et culturaux, certaines propriétés pathologiques ne suffisent pas le plus souvent.

Personnellement, je n'ai jamais retrouvé le bacille de Löffler dans les épizooties de diphtérie aviaire. A plusieurs reprises, dans un but expérimental, j'ai

essayé, notamment chez des pigeons (malades et contaminés), d'arrêter les progrès de la maladie par l'emploi du serum antidiphtérique. J'ai toujours échoué.

« On a signalé quelquefois la coïncidence de la diphtérie humaine avec la diphtérie des volailles : Y avait-il réellement relation de cause à effet ? Si oui, il est surprenant qu'elle n'ait pas été plus fréquente.

Que je sache, l'inoculation expérimentale (elle a dû être tentée bien des fois) du bacille de Löffler aux volailles n'a jamais donné de résultats positifs absolus. De ce que l'on sait, ces expériences négatives ne sont pas suffisantes, je le déclare bien vite, pour nier l'identité défendue par M. Rappin. Si j'ai bonne mémoire, on a tenté sans résultats, par divers artifices expérimentaux, d'acclimater le bacille de Löffler chez les volailles, pour provoquer chez celles-ci une diphtérie transmissible de volaille à volaille.

M. Rappin nous apporte des faits troublants, très précis. S'ils ne résolvent pas définitivement la controverse, ils auront pour résultat de provoquer de nouveaux travaux dans ce sens. Il s'en dégage une conclusion pratique, c'est qu'il sera toujours prudent de prendre certaines précautions prophylactiques à l'égard des personnes, lors de diphtérie aviaire.

M. Rappin répond à M. Rabieaux que les faits qu'il a présentés avec M. Vaney, sont des faits de laboratoire qui reposent sur des expériences et des observations indiscutables. Il ajoute qu'il a eu soin de faire remarquer que l'isolement du bacille de Löffler, dans les fausses membranes des volailles, n'est pas toujours aisé, et que c'est probablement par suite de cette circonstance qu'il a pu échapper dans bien des cas à plusieurs observateurs.

D'ailleurs, à côté de ces observations bactériologiques et expérimentales, il existe, dans la science, des faits d'ordre clinique qui sont de nature à en démontrer la valeur et la réalité. On peut citer dans ce sens, des cas où la contagion de la diphtérie aviaire à l'homme ne peut être mise en doute et si M. Rabieaux veut, à cet égard, se documenter plus complètement, M. Rappin le renvoie à l'excellent travail publié, en 1905, par M. le professeur Kelsch dans la *Revue d'hygiène et de police sanitaire* et aussi dans le *Traité de médecine* du même auteur.

Cette question a une très grande importance au point de vue de l'étiologie générale de la diphtérie humaine et M. Rappin est persuadé que si les observations bactériologiques de diphtérie aviaire étaient faites d'une façon plus rigoureuse au point de vue de la recherche du bacille de Löffler, on ne tarderait pas à reconnaître, peut-être avec quelques nuances dans la variété, l'identité des deux bacilles aviaire et humain.

M. Arloing rappelle la période pendant laquelle on recommandait l'éloignement des poulaillers. Il cite des faits tendant à prouver qu'il existerait une relation entre les deux diphtéries *humaine* et *aviaire*, faits qui l'ont amené à se demander si la poule ne pouvait pas recevoir et transmettre le bacille de Loffler. Il faudra profiter de toutes les occasions pour éclaircir définitivement cette question.

M. E. GRASSET

Médecin en chef de l'Hôpital et adjoint au maire (Riom).

L'HÉMATOZOAIRE DU GOITRE

— 8 août. —

En 1898, j'ai exposé le résultat de mes recherches sur l'étiologie du goitre ; dans une note publiée dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* (1), je concluais à la nature parasitaire de cette affection et je décrivais un hématozoaire voisin de celui de M. Laveran. Depuis cette époque, et dans un cadre toujours restreint, j'ai poursuivi mes recherches en étudiant le sang des diverses personnes atteintes de goitre qu'il m'a été donné d'examiner. Au début, j'ai suivi la technique indiquée par M. Laveran pour les préparations de sang frais (2) ; le spectacle des flagelles est émouvant et l'observateur éprouve l'impression qu'aurait un spectateur dominant une foule compacte, traversée par un cavalier, celui-ci représenté par le flagelle au milieu des hématies figurant la foule. Plus tard, je me suis appliqué à suivre la méthode recommandée par M. Laveran pour les préparations du sang desséché et coloré (3). J'ai appliqué ce procédé non seulement dans mes recherches sur le sang de l'homme goîtreux, mais aussi sur les lamelles de sang de divers animaux goitreux (cheval, vache, chien), lamelles que m'a gracieusement procurées M. Veyssière, vétérinaire sanitaire.

L'étude des préparations ainsi obtenues offre quelques difficultés ; les leucocytes peuvent être confondus avec certains globules rouges porteurs de parasite et présentant un contour pâli plus gros que celui des hématies saines (4). En écartant ces causes d'erreur, j'ai surtout rencontré des corps en rosace semblables à ceux que reproduit la figure qui accompagne ma première publication.

A l'époque où ont paru mes premières recherches, c'est-à-dire en 1898, l'étude des hématozoaires était largement entreprise. En dehors des impérissables travaux de M. Laveran sur le paludisme, nombre de chercheurs s'étaient adonnés à l'hématologie et de tous côtés étaient décrits des parasites découverts dans le sang des animaux. Je me bornerai à citer brièvement les splendides études de Danilewsky sur les parasites du sang des oiseaux, de Gaule sur les grenouilles, et d'autres nombreux chercheurs sur la tortue, la carpe, la loche, etc.

(1) E. GRASSET : *L'Hématozoaire du goitre.* (*C. R. de l'Académie des Sciences,* 1898).

(2) LAVERAN : *Du Paludisme et de son hémotozoaire,* pp. 36, 91, 92, etc. — *Traité du Paludisme,* p. 96.

(3) LAVERAN : *Traité du Paludisme,* p. 99.

(4) LAVERAN : *Loc. cit.,* pp. 61 et 308.

Un coup d'œil d'ensemble sur toutes ces recherches permet de dire, avec leurs auteurs, que la présence des hématozoaires n'entraîne, chez la plupart des animaux, aucun trouble morbide appréciable et que la signification de ces parasites était et reste encore tenue pour assez obscure.

Qu'il me soit permis, en écartant toute idée de critique déplacée, d'exprimer le regret que la thyroïde n'ait pas été l'objet d'un examen spécial chez tous ces animaux; j'estime qu'il ne serait pas sans intérêt d'être éclairé sur ce point délicat et de savoir si, oui ou non, la thyroïde est saine chez ces divers animaux à hématozoaires.

La même remarque pourrait être faite au sujet de la maladie de Nicole qui sévit sur les chiens (1) et de la plasmodiose sciurine des écureuils (2).

Cessant là l'énumération des animaux présentant des hématozoaires et atteints d'affections mal définies (leur thyroïde n'étant pas soupçonnée), nous arrivons à signaler un travail d'un intérêt capital, fourni par M. Crettiez, de Thonon (3). Cet observateur a remarqué que certains poissons sont atteints de tumeur maligne du corps thyroïde, affection qu'il a été amené à considérer comme nettement héréditaire et en même temps contagieuse. M. Jaboulay, qui a examiné les poissons de M. Crettiez, constate qu'ils sont atteints de cancer du corps thyroïde, sans tumeurs secondaires; l'examen microscopique a révélé un adénocarcinome thyroïdien, et, sur les frottis des spores avec leurs fils dévaginés, ressemblant à des spermatozoïdes et devant appartenir à des Myxosporidées de la famille des Glugéidiées.

Ainsi, d'une part, nombre d'animaux (oiseaux, tortues, batraciens, etc.), ont des hématozoaires qu'ils supportent généralement bien et l'on ignore l'état de leur thyroïde ; d'autre part, des poissons à goître cancéreux présentent des spores avec des fils ressemblant à des spermatozoïdes.

Il semble bien que le problème du goître sera bientôt assez serré pour que sa nature parasitaire soit reconnue et acceptée. Les recherches doivent être poursuivies sans relâche et leur orientation devrait être dirigée en tenant compte de deux desiderata que je crois utile de formuler :

1° *Nécessité d'examiner la thyroïde de tous les animaux à hématozoaires.* — Cet examen serait singulièrement favorisé par l'établissement préalable de tables dans lesquelles on comparerait le poids de la thyroïde saine au poids de chaque animal. L'existence seule de ces tables permettrait, d'autre part, d'écarter les causes d'erreur qui peuvent se glisser dans certains abattoirs, où un beau goitre peut être coté comme une thyroïde de choix.

2° *Nécessité d'examiner le sang chez l'homme et les animaux atteints du*

(1) Nicolle et Cassuto : *Arch. de l'Institut Pasteur de Tunis*, 1908.

(2) *L'Hématozoaire de l'Écureuil (Rev. Scient.* 1908).

(3) *Le goitre cancéreux des poissons (Sem. Méd.*, février 1908).

goître, la variété et la multiplicité des observateurs pouvant seules entraîner la conviction. La répartition géographique bien connue du goître permet de dire que presque toutes les nations sont intéressées à la disparition de ce fléau, qui atteint non seulement l'individu, mais les familles et la race humaine elle-même.

M. F. SUAREZ DE MENDOZA

Président délégué de la Ligue Internationale des Mères de famille contre les grands fléaux du xx^e siècle (Paris).

SUR LA NÉCESSITÉ D'ARMER LA FEMME (ENFANT, JEUNE FILLE, MÈRE) POUR LA LUTTE CONTRE LES GRANDS FLÉAUX DU XX^e SIÈCLE

— 8 août —

Quand nous entendons parler de la tuberculose, de l'avariose, de la neissérose, de l'alcoolisme et de la gastro-entérite infantile comme de fléaux sociaux, des agissements desquels s'émeuvent les pouvoirs publics et surtout les sociétés privées, nous savons bien nous autres médecins, sur quelles vérités confirmées par l'expérience de chaque jour se base une telle assertion.

Une affection comme la tuberculose, qui fait en France 150.000 victimes par an, est bien un fléau social ; un empoisonnement général comme l'alcoolisme, qui peuple les asiles de fous et les prisons de criminels, est bien un fléau social ; l'avariose, par ses conséquences individuelles et sa contagion directe et héréditaire est bien un fléau social ; la néissérose, ne relèverait-on contre elle que les si fréquentes conséquences chirurgicales de ses méfaits sur la femme ou la cécité dont elle frappe tant de nouveau-nés, est bien un fléau social ; la gastro-entérite enfin, qui fauche chaque année 60.000 petits Français de moins d'un an est bien un fléau social.

Certes, il est d'autres fléaux, d'ordre médical, qui essaiment au-dessus de l'humanité ; mais ils sont loin d'avoir l'importance sociale de la tuberculose, de l'avariose, de la néissérose, de l'alcoolisme et de la gastro-entérite infantile, qui, à cause de cette triste précellence, sont des grands fléaux sociaux.

La société ne reste pas inerte devant ces ennemis. Vous savez que les pouvoirs publics travaillent à endiguer la tuberculose et la gastro-entérite infantile par des réglements de protection et des subventions aux sociétés privées qui luttent contre ces deux fléaux ; mais l'initiative privée, est, en l'espèce, la première à agir et la plus effective dans son action. Contre

l'avariose et la neissérose, la réaction a été, jusqu'à maintenant, presque nulle : une seule société en France, a entrepris une lutte de prophylaxie sanitaire et morale ; l'État n'a, pour ainsi dire, pas encore remué. Contre l'alcoolisme, là encore nous trouvons l'initiative privée, dans quelques pays, l'État est intervenu énergiquement ; dans la plupart, il s'abstient par intérêt, plus que par indifférence.

Mais remarquons — c'est essentiel — qu'en réalité, on est intervenu plus ou moins contre chacun de ces grands fléaux.

Il est vrai que les résultats sont inégaux suivant les fléaux combattus et suivant les pays. Par exemple, la lutte contre l'alcoolisme, en Norvège, a été suivie d'admirables résultats, tandis que la réaction en France n'est pas couronnée du succès que méritent ses efforts.

En Bosnie et en Herzégovine, l'administration publique a sévi avec vigueur et succès contre l'avariose ; en revanche, le Gouvernement britannique, non seulement n'a pas agi contre ce fléau, mais a rétrogradé puisqu'il a supprimé la réglementation de la prostitution.

On est autorisé à dire cependant que, d'une façon générale, les effets ne répondent pas aux espoirs. Cela tient à une cause universelle et profonde ; l'ignorance commune. Il est très avantageux d'avoir un état-major de savants remarquables et d'apôtres zélés pour mener la lutte. Mais s'ils parlent à qui ne les comprend pas ou n'est pas en mesure de les comprendre, leurs ordres, leurs conseils seront-ils écoutés et appliqués ?

Chassons donc l'ignorance commune qui est la cause la plus favorable au développement des fléaux qui se sont abattus sur la race pour la dégénérer et la décimer.

C'est évidemment une entreprise colossale. Aussi convient-il de l'aborder avec méthode, en s'inspirant de deux considérations capitales de la grandeur des fléaux, grandeur telle qu'elle exige une intervention immédiate, et la nécessité d'armer toute l'humanité et chacun en particulier contre les grands fléaux.

La première considération dicte le procédé du début ; porter le remède surtout là ou sévit le mal. La tuberculose sévit surtout dans le foyer ; la gastro-entérite sévit uniquement dans le foyer ; l'alcoolisme naît souvent au foyer, quelquefois même il s'y développe ; il est même courant, dans les milieux misérables, que le foyer inconfortable et laid ait déterminé l'alcoolisme. Quant à l'avariose et à la neissérose, nous savons que c'est dans le foyer que nous trouvons leurs très innocentes victimes, épouses et enfants.

Puisque le foyer est le milieu où l'action résultante des cinq grands fléaux indique leur maximum d'intensité collective, c'est là qu'il faut porter le remède.

Si nous appelons au seuil du foyer, de quelque condition sociale qu'il

soit, qui se lèvera pour nous répondre? La mère! Parce qu'elle est la gardienne fidèle et jalouse, forte et méfiante.

Nous, qui facilement pouvons avoir la confiance de la mère, instruisons-là sans tarder pour qu'elle sauve son foyer où s'élève l'avenir de la race. Associons-la à nos efforts; que, pour obtenir son activité, nous insistions sur les désastres dont elle fait courir les risques aux siens, lorsque rebelle aux exhortations que nous lui adressons de s'instruire de la nature et des conséquences terribles des grands fléaux, elle montre une opiniâtreté coupable dans ses erreurs, dans ses préjugés, dans sa routine.

Avec elle nous entrerons dans le foyer et, aidés par elle, nous chasserons les fléaux qui s'y sont déjà installés ou nous en interdirons l'accès à ceux qui l'assaillent.

Nous orienterons le logement vers le soleil et nous élargirons, multiplierons et tiendrons ouvertes les fenêtres pour que la lumière et l'air purifient et assainissent le logis.

Les tapis, les tentures, nous les diminuerons, car ils sont les repères où s'abritent les bacilles.

L'époussetage et le balayage à sec seront bannis, et cuisine et vêtements passeront sous le sceptre de l'hygiène.

Quand nous en serons à ces résultats, nous aurons fait faire un grand pas à la lutte antituberculeuse.

Au foyer, il y a aussi les berceaux et dans ces berceaux il y a les nouveau-nés qui bien souvent défendent leur vie avec des vagissements de douleur contre la gastro-entérite infanticide.

Hâtons-nous de démontrer aux mères de famille, dans l'espoir de leur faire prendre des mesures immédiates qui permettront d'arracher ces petites victimes aux fléaux, que l'allaitement maternel bien compris met en garde contre la gastro-entérite et que l'allaitement artificiel y expose les bébés le plus aisément du monde par l'outillage auquel il faut avoir recours et par le lait de substitution lui-même.

La mère de famille ignore absolument comment on devient alcoolique ; son étonnement sera grand d'apprendre que l'homme mari ou père, le devient fatalement si, pour échapper au logis maussade ou mal soigné, il prend l'habitude journalière de l'apéritif, que l'enfant lui-même devient alcoolique si sa consommation quotidienne de vin dépasse la juste limite, ou si, de bonne heure, il participe aux libations même rares de la famille. Il est probable que si ces notions s'ajoutent à celles des conséquences individuelles familiales et sociales de l'alcoolisme, instruite et effrayée, la mère de famille luttera de toutes ses forces, dans son foyer, contre ce redoutable fléau.

Il n'est pas douteux davantage que la connaissance instructionnelle de l'avariose et de la neissérose dans la famille ne soit d'une excellente

tactique pour entraîner les mères dans la lutte contre ces deux terribles fléaux.

Il faut hâter le jour où les femmes pourront, à leur foyer, en dépister les tares acquises ou héréditaires.

Comme pour la tuberculose à qui elles ressemblent tellement par leur origine microbienne et les stades de leur évolution dans l'individu, l'avariose et la néisserose seront sapées profondément si on commence à les attaquer dans la famille où leurs victimes sont nombreuses parmi les femmes et les enfants. Et, pour cette tâche, la collaboration éclairée de la femme est indispensable.

Le bénéfice d'une telle méthode sera grand ; tout de suite, nous isolerons dans la société pour leur donner tous nos soins les unités les plus intéressantes, les foyers. Nous en assainirons un grand nombre, nous protégerons les autres ; ainsi, nous restreindrons d'une notable façon les champs, jusque-là, si étendus où opéraient solidairement les grands fléaux sociaux.

En même temps, avantage qu'il est logique de prévoir, l'éducation que nous donnons aux mères, celles-ci la donneront à leurs enfants. Vu la fatale imprégnation morale des enfants par la mère, nous rendons même cette éducation inévitable ; et je crois qu'il faudra s'en féliciter car les habitudes d'hygiène et de prophylaxie acquises pendant les jeunes années certainement rendront plus nette à l'enfant l'intelligence de ce que, à l'école ou au lycée, on lui enseignera plus tard sur la matière.

Je sais l'objection à cette tactique du début. En théorie, l'instruction des mères est une excellente méthode, mais comment passer à la pratique? En d'autres termes, comment atteindre les mères de famille?

Nous vivons à une époque où la presse, la publicité et l'initiative privée ont le champ ouvert devant elles. Je pose en principe qu'il est impossible que si l'unité de vue et d'action sur cette œuvre noble et généreuse de l'instruction des mères de famille, afin de les armer pour la défense de leurs foyers, s'établit entre les quelques grands journaux qui sont lus dans chaque nation civilisée, entre les sociétés privées de philanthropie qui vulgarisent leurs préceptes par le bulletin, la brochure, l'affiche et le prospectus, et parmi tous ceux qui se signalent par leur initiative charitable, j'entends parmi les hommes et les femmes de cœur qui propagent autour d'eux les saines idées auxquelles je fais allusion, je pose en principe, dis-je, qu'il est impossible que cette instruction des mères de famille ne puisse se réaliser dans un délai relativement court.

D'ailleurs, j'ai plus que des vues personnelles à vous offrir sur cette question : j'ai des données d'expérience.

Il y a trois ans à cette époque je fondais à Paris la Ligue Internationale des Mères de famille constituée pour la défense des foyers contre les grands fléaux du siècle, la tuberculose, l'avariose, la neissérose, l'alcoolisme et la

gastro-entérite infantile. Je passerai sur les éloges et les souhaits que, de toutes parts, la grande et la petite presse de nombreux pays et de toute opinion a bien voulu adresser à mon œuvre. Le but et les moyens d'action que se proposait la société, firent naître la sympathie d'un très grand nombre, et de très hautes personnalités appartenant aux mondes nobles et divers de la philanthropie, de la politique et de la science constituèrent, en quelques mois, un comité d'honneur des plus brillants. Autour de cette pléïade de grands noms, des constellations se groupèrent, tant et si bien que la Ligue Internationale des mères de famille compte aujourd'hui plus de mille membres répartis dans le monde entier, surtout en France.

Eh bien! si l'on songe que ces mille membres représentent déjà plusieurs centaines de famille, que des dizaines de milliers de brochures de propagande, dispersées dans toutes les directions, ont envahi des milliers de foyers, que des conférences ont été faites en France, à Paris et dans les provinces à des centaines d'auditeurs qui ont reçu la bonne parole et peut-être l'auront propagée à leur tour, on peut déjà se faire une idée de ce que peut faire, de vraiment utile et de vraiment pratique, l'initiative privée sur les masses.

J'insisterai sur un procédé particulier d'instruction des mères de famille relativement aux grands fléaux, car il est à la portée de nombre d'entre nous, médecins, et l'appui moral des sociétés médicales, aidera beaucoup à la faire connaître.

C'est, à mon avis, le dispensaire, et le dispensaire sur le type de celui que j'ai récemment créé, 68, rue de Passy.

J'ai annexé à ma clinique ophtalmo-oto-rhino-laryngologique un dispensaire contre les grands fléaux ou plutôt j'ai tout simplement affecté ma clinique à l'usage du dispensaire, aux heures où elle ne fonctionnait pas.

Voici pour la semaine de distribution des différents exercices :

Le mardi à dix heures, consultation d'enfants. A l'occasion de l'examen des nourrissons, une instruction élémentaire est donnée aux mères sur les modes divers d'allaitement, leurs raisons d'être, leurs conséquences.

Le jeudi, à dix heures, consultation d'enfants. On y recherche pour les traiter et on apprend aux mères à rechercher les tares héréditaires des grands fléaux, tuberculose, avariose, neissérose, alcoolisme.

Le samedi, à dix heures, consultation d'adultes. A cette consultation, spécialement établie en vue de la sauvegarde des futurs foyers on recherche et on traite chez les jeunes gens et chez les jeunes filles, plus particulièrement chez ceux qui se proposent de se marier bientôt, les tares acquises ou héréditaires de l'alcoolisme et des trois maladies que j'ai qualifiées d'avariantes : la tuberculose, l'avariose et la neissérose.

Le mardi, 5 heures. Conférence-causerie sur les méfaits des grands fléaux et sur les moyens de les combattre.

Enfin, le lundi et le vendredi à huit heures du soir, une consultation spéciale est réservée aux travailleurs.

C'est sur ce programme de *soins médicaux* et *d'enseignement populaire* de prophylaxie que j'ai ouvert mon dispensaire contre les grands fléaux.

L'affiche blanche, en caractères noirs placés à la porte du dispensaire pour solliciter la vue des passants et éveiller leur curiosité, est en elle-même une source continuelle d'instruction, car de son libellé se dégage une série de pensées suggestives capables de faire naître chez eux l'envie de connaître les méfaits des grands fléaux et les moyens de les combattre.

L'affluence qui se presse à mes consultations, l'attention avec laquelle sont écoutées nos causeries et nos conférences, surtout l'intérêt qu'elles font naître me confirment dans mes vues et m'engagent à vous proposer ces moyens vraiment pratiques d'armer la femme en particulier, le public en général, contre les grands fléaux.

Déjà, dans une communication au Congrès des Gouttes de Lait tenu à Paris en octobre 1905, j'avais eu l'occasion de signaler aux congressistes, à propos des consultations de nourrissons, l'affectation utile des cliniques à l'OEuvre du Sauvetage de l'Enfance, aux heures où elles sont libres. A cette époque, je n'avais pas encore réalisé l'innovation dont je vous ai entretenu et que j'ai étendue ainsi que vous pouvez vous en rendre compte.

Je vais au-devant d'une objection qu'on ne manquera pas de me faire parce qu'on me l'a déjà faite :

Votre campagne contre la tuberculose, l'alcoolisme et la mortalité infantile tout le monde l'approuvera, mais votre campagne contre les avaries peut être discutée et tellement même qu'elle n'aboutisse à aucun résultat. Nous pourrions rechercher si, en principe, elle est bonne ou non. Supposons la réponse affirmative; comment vous y prendrez-vous alors, pour ne pas heurter la délicatesse du public pour lequel les avaries restent encore des maladies honteuses?

Je réponds : En mettant les choses à leur vrai point de vue, doctrinaire et moral. Voici, par exemple, comment nous nous exprimons sur l'avariose et sur la neissérose. Veuillez remarquer en passant ces deux appellations nouvelles pour désigner la syphilis et la blennorragie. En les créant, j'ai voulu tout simplement avoir à ma disposition deux termes qui ne fussent pas choquants pour désigner nettement deux affections autrement que par les noms scientifiques trop peu connus ou par les noms vulgaires par trop grotesques dont ils sont couramment affublés.

J'extrais ces courts exposés de l'avariose et de la neissérose d'une brochure de propagande sociale et morale que j'ai intitulée A. B. C. à l'usage des mères de famille.

L'avariose proprement dite est une affection toujours grave qui, négligée

ou mal soignée, tue souvent l'enfant dès sa naissance, tue ou rend infirme l'homme en pleine virilité, tue le vieillard dont la mémoire défectueuse a oublié de payer le tribut de précautions et de soins imposé par la première atteinte datant souvent de la première jeunesse. tue ou rend infirme la jeune mère à laquelle le nouveau-né transmettra le triste héritage du père, qui, mal ou incomplètement soigné, a contracté trop tôt le mariage.

La neissérose, forme soi disant bénigne à laquelle pendant longtemps on n'a pas accordé plus d'importance que celle qu'on accorde à un vulgaire rhume, cette forme de laquelle Ricord disait volontiers qu'il fallait avoir plusieurs atteintes pour être un homme, et que, en général, on considère comme une maladie banale, est aussi grave que l'avariose proprement dite et, mal soignée, tue aussi par ses manifestations (cardiaques, pulmonaires rénales, cérébrales, utéro-annexielles, etc.), le jeune homme, l'adulte, le vieillard, tue aussi l'enfant avant sa naissance ; tue souvent la femme, victime expiatoire des crimes inconscients des parents et de l'époux, dès son entrée dans la vie conjugale ou au moins la mène d'emblée sur la table d'opération où elle laissera, sinon l'existence, du moins l'espoir souvent caressé de la maternité...

J'ai expérimenté combien cette rédaction, qui couvre un fond très conforme à la nature des faits, frappait les lectrices de l'A. B. C. et mes auditrices.

C'est en procédant de la sorte, qu'à mon avis, pour lutter avantageusement contre l'avariose et la neissérose dans les foyers, on arrivera à faire l'éducation des mères de famille.

Ainsi nous ferons entrer dans le cerveau de celles-ci cette triple vérité :

1° Que l'avariose n'est pas une maladie passagère comme certains le croient, que c'est une diathèse, un empoisonnement général qui s'empare de tout l'être, qui peut l'infecter dans toutes ses parties, dans tous ses organes et qui n'est réduit au silence que par un traitement prolongé auquel bien peu de malades s'astreignent, qu'en réalité l'avariose est une maladie désastreuse, néfaste par les dangers multiples qu'elle comporte ; dangers individuels, dangers héréditaires dangers sociaux (Professeur Fournier) ;

2° Que l'avariose ainsi que la neissérose ne sont pas l'apanage de la débauche, comme on le croit habituellement ; que, de même que pour la tuberculose, tous les milieux sociaux peuvent en être atteints directement ou indirectement, et qu'à côté de l'infection recherchée et partant méritée, pour parler le langage de certains moralistes, aussi puritains que peu charitables, il y a aussi des infectés innocents, dignes de toute bienveillance, de toute pitié ;

3° Que, pour la jeunesse, on ne doit pas considérer comme une honte, mais comme un malheur d'être infecté, car si honte il devait y avoir,

celle-ci résulterait non d'avoir trouvé dans son chemin le malfaisant microbe, mais de s'être exposé à le trouver, et, dans ce cas, la honte doit être partagée par tout le monde, puisqu'en admettant, comme on l'admet trop légèrement peut-être partout « que jeunesse doit se passer », il faut admettre que « la garde qui veille à la porte du Louvre n'en défend pas nos rois ».

Je vous ai dit que le meilleur moyen, à mon avis, de s'opposer, dès maintenant, à la marche envahissante des grands fléaux sociaux, était d'instruire sans retard la mère de famille de toutes les conditions sociales et je vous ai indiqué comment on pouvait réaliser cette instruction dont le besoin se fait sentir, par l'action combinée de la presse et de la propagande privée, comment personnellement moi, médecin, je crois avoir contribué à la répandre largement par la fondation de la Ligue Internationale des mères de famille et par l'ouverture d'un dispensaire à double caractère médical et instructionnel.

A côté de ces moyens spéciaux, d'éducation du public et, en particulier, des mères de famille, dont l'emploi nous est impérieusement dicté par les circonstances actuelles, il faudrait commencer l'instruction méthodique et rationnelle de la génération, qui s'élève et, à cet effet, ajouter un enseignement *ad hoc* aux programmes des écoles de tous ordres, surtout primaires.

Qu'on ne redoute pas de s'adresser aux tout jeunes cerveaux. Plus la pâte cérébrale est jeune, plus elle est impressionnable. Jugez-en par la résistance au temps qui caractérise, entre toutes, l'éducation religieuse. La cause n'en est-elle pas, qu'il n'est rien dans nos nations moralisées, comme tout ce qui se rapporte à la religion pour être profondément imprimé en nous, dès nos premières années, jusqu'à modifier, pourrait-on croire, chez certains, du tout au tout, le sens de la nature?

Et puis la petite fille qui recevra à l'école la théorie, de retour au foyer le soir passera à la pratique contrôlée même par les parents. Ainsi s'établira une collaboration des plus fécondes entre la famille où l'intelligence de l'enfant aura été préparée par la mère, et à l'école où se feront les semailles et la culture.

J'estime même qu'il sera avantageux de continuer ou de reprendre cet enseignement pour la jeune fille à l'âge ou sa constitution la rendra apte au mariage.

A la veille du grand acte qui décidera pour l'avenir de sa santé et de celle de ses enfants, il est d'élémentaire honnêteté que la société ait ouvert les yeux de la jeune fille sur les catastrophes où son bonheur peut sombrer et aussi le bonheur de ses enfants, si celui qui aura uni sa destinée à la sienne fut assez ignorant ou assez inconscient ou assez coupable pour apporter des tares de tuberculose, d'avariose ou de neissérose.

Je ne vois pas, pour ma part, pourquoi un tel enseignement envisagé pour cette fin ne serait pas donné aux jeunes filles. Est-ce que les États qui peuvent le créer dès demain, ne sont pas intéressés supérieurement à la constitution de foyers où nait et s'élève une génération saine et forte? Et qui donc, si ce n'est les grands fléaux, est cause à l'heure actuelle que tant de jeunes femmes avortent ou ne mettent au monde que des infirmes, des monstres, des rabougris, des avortons, des débilités tant au moral même qu'au physique?

Les méfaits de la tuberculose, de l'avariose, de la neissérose, de l'alcoolisme sur là race nous en savons tous, nous autres médecins, la longue et cruelle variété. Préservons-en la société par des mesures très simples, telles que l'éducation des enfants, des jeunes filles, et préservons-en les foyers par le certificat de santé à produire par les candidats au mariage.

A ce seul mot de certificat de santé, vous dressez l'oreille, et c'est naturel. Car voilà qui serait une nouveauté parmi nos mœurs. Permettez-moi de vous faire remarquer seulement, à ce propos, que si ce certificat prenait un caractère légal, obligatoire, la tâche de l'éducation générale en serait grandement simplifiée.

Il ne serait même plus nécessaire de pousser très loin cette éducation puisque la loi obtiendrait de tous, en vertu de sa force irrésistible, ce qu'avec toute sa vertu persuasive et très démonstrative l'éducation ne déterminerait pas encore dans tous les cas.

Ceci est une grave question qui mérite une étude spéciale et j'ai dû, ici, la signaler parce qu'elle n'était pas étrangère à mon sujet.

Avant de finir cette ébauche d'un plan de campagne contre les fléaux sociaux, je dois signaler la grande utilité que pourrait tirer l'initiative privée de certaines faveurs consenties par l'État. Par exemple, les pouvoirs publics, ne pourraient-ils accorder que sur les enveloppes des divers imprimés il fût permis, sans taxe supplémentaire, de semer des préceptes d'hygiène? Est-ce que tous ceux, ils sont nombreux, entre les mains desquels passent ces imprimés avant d'arriver à destination, ne finiraient pas par posséder des vérités que, sans doute, ils ignorent en grande partie, tout au moins, pour leur préjudice physique et moral.

Il y a quelque temps, j'ai voulu faire servir les chemises de mon journal pour faire de la propagande d'hygiène; je fus fort surpris, lorsqu'on taxa les cinq mille numéros de mon tirage d'un centime supplémentaire.

Pour conclure permettez-moi de formuler les vœux suivants:

A. — Que pour aller au plus pressé, c'est-à-dire en vue de ralentir les grands fléaux dans leur marche actuelle et d'en atténuer les ravages on s'adresse surtout aux jeunes femmes, et qu'à cet effet, il soit délivré au moment du mariage aux jeunes époux avec le livret de famille:

1° Un traité élémentaire des grandes vérités qu'on ne doit pas ignorer

pour défendre le foyer contre les grands fléaux du xx^e^ siècle, la tuberculose, l'avariose, la neissérose, l'alcoolisme, la mortalité infantile;

2° Un résumé, aussi net et précis que possible, de puériculture;

3° Un résumé clair et précis de l'hygiène de la femme avant, pendant et après la grossesse, où seraient soulignées les conséquences souvent désastreuses, des négligences couramment commises.

B. — Qu'en vue de préparer une génération à laquelle seront familières l'hygiène et la prophylaxie contre les grands fléaux, et qui les appliquera pour son plus grand profit, puisque ce sera en faveur de sa régénération physique et morale, les pouvoirs publics et l'initiative privée travaillent à la diffusion et à l'application de cette hygiène et de cette prophylaxie, notamment par les mesures suivantes :

1° Inscriptions aux programmes d'enseignement public et privé de tous ordres, de l'enseignement de la nature et des méfaits des grands fléaux, suffisamment détaillé pour faire saisir à tous la portée des mesures préventives et prophylactiques à appliquer;

2° Établissement d'une loi rendant obligatoire la production d'un certificat médical et d'un certificat d'honneur par les candidats au mariage;

3° Conférences et causeries publiques sur la nature et les méfaits des grands fléaux;

4° Affiches, brochures et feuilles de propagande répandues par les soins de l'État et des Sociétés privées.

ARCHÉOLOGIE ET HISTOIRE

M. Louis FRANCHET

Chimiste (Asnières).

LA CÉRAMIQUE ÉMAILLÉE, PENDANT LE MOYEN AGE

— 4 août —

I

La découverte d'une matière vitrifiable, susceptible d'adhérer à une terre, silice ou argile, fut l'une des plus considérables parce qu'elle nécessitait de véritables connaissances chimiques. J'ai développé jadis (*Revue scientifique* des 10 et 17 août 1907) la progression suivie par les Égyptiens, à partir de la XVIII^e^ dynastie, dans l'application des glaçures colorées qu'ils inventèrent alors et qu'ils transmirent aux Persans, à l'époque Saïte.

L'art des émaux nous parvint par les Romains d'abord, puis par les Arabes.

Quand les Romains eurent soumis l'Égypte, ils lui empruntèrent une de ses industries les plus remarquables, la *verrerie* et, vers l'an 14, ils fondèrent en Espagne et en Gaule, plusieurs établissements où ils appliquèrent les procédés égyptiens.

Or, la verrerie est intimement liée à la céramique, car qu'est-ce donc qu'une *glaçure*, sinon un verre ; qu'est-ce donc qu'un *émail*, sinon une *glaçure opaque?* La découverte de la glaçure n'est que la conséquence naturelle de celle du verre, puisque le verrier ayant, de tout temps, opéré la fusion des matières vitrifiables dans un creuset terreux, il fut conduit d'une manière absolument inéluctable, à la connaissance de l'émaillage. C'est pourquoi tous les peuples qui ont pratiqué la verrerie, ont fabriqué plus ou moins la poterie émaillée.

Par conséquent, lorsque au VII^e^ siècle, les Arabes importèrent dans le Midi de la France *l'art de la vitrification* qu'ils amenaient de l'Orient, ils avaient eu des précurseurs qui possédaient les mêmes connaissances chimiques, puisqu'elles étaient tirées de la même source : l'Égypte.

Cependant, les poteries romaines émaillées sont demeurées jusqu'ici, très rares, peut-être parce qu'on s'attache surtout à rechercher les poteries simplement lustrées.

Les glaçures romaines sont généralement colorées en vert par l'oxyde de cuivre; les potiers ne paraissent donc pas avoir songé à utiliser les beaux émaux qui constituaient les mosaïques: les blancs stannifères, les rouges au cuivre, les violets au manganèse, les bleus au cobalt, etc., et cette habitude de ne se servir que d'oxyde de cuivre comme colorant, s'est perpétuée jusqu'au XIVe siècle. Ce fait est d'autant plus singulier, qu'en Égypte et en Perse on a toujours fait usage de glaçures colorées avec tous les oxydes métalliques connus alors.

Nous ignorons tout de la céramique émaillée française antérieure au XIIe siècle. C'est à cette époque, seulement, que nous en voyons apparaître une application particulière: le *carrelage*, mais les objets autres, tels que la vaisselle et les récipients divers, restent toujours très rares, du moins d'après ce que nous en savons par les fouilles qui n'en ont révélé jusqu'ici que quelques débris.

Ces carreaux présentent trois types de décoration :

1° Une glaçure jaunâtre appliquée sur *engobe* blanche;

2° Une glaçure verte appliquée directement sur la terre;

3° Une glaçure recouvrant un sujet décoratif en terre blanche appliquée ou incrustée sur terre rouge.

Les deux premiers types, auxquels on joignait quelquefois des carreaux rouges non émaillés, se trouvent généralement associés et servaient à constituer, par leur assemblage, une véritable mosaïque.

Ces carreaux ne possédaient pas toujours une forme régulière, mais ils représentaient individuellement, parfois, les différentes parties d'un sujet: une fleur de lys, par exemple, se composait de cinq à six pièces distinctes s'assemblant parfaitement entre elles. Cette disposition s'observe notamment au XIVe siècle. Je n'ai pas à insister, car ce fait est connu.

II

Lorsqu'on étudie la céramique du Moyen Age, on considère surtout le point de vue artistique et on laisse de côté la question technique qui cependant offre un grand intérêt.

J'ai eu l'occasion d'étudier spécialement des carreaux du XIIe siècle, en ayant découvert moi-même en 1907, au cours des fouilles que j'ai effectuées dans le donjon de Montrichard (Loir-et-Cher), sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

Le donjon de Montrichard, édifié entre 1005 et 1010 par le comte d'Anjou (Foulques Nerra), fut complètement reconstruit vers 1110 par Hugues de Chaumont, troisième successeur de Foulques dans la possession de la forteresse. Tous les matériaux furent pris dans les environs immédiats; la pierre à Bourré, à Faverolles et à Saint-Aignan; le sable dans le Cher qui coule au pied du donjon; la charpente dans la forêt de Montrichard. Quant aux carreaux, émaillés ou non, ils furent, sans doute, fabriqués à quelques kilomètres de là, dans le petit

village de Pontlevoy. où les gisements d'argile, sont exploités pour la confection de la brique et de la tuile, depuis une époque très reculée.

Il ne reste plus aujourd'hui du château édifié par Hugues de Chaumont, que les ruines massives de la triple enceinte fortifiée, que domine l'énorme masse du donjon. Celui-ci possède comme dimensions intérieures $9^{m},15 \times 8^{m},95$; l'épaisseur des murs est de 3 mètres aux fondations, $2^{m},65$ au niveau du sol et $1^{m},90$ au sommet. La hauteur totale était primitivement de 21 mètres, mais elle n'est plus que de $17^{m},25$.

Pendant cinq cents ans, la forteresse résista victorieusement à tous les assauts, le dernier qu'elle eut à soutenir contre les troupes de Henri IV, en 1589, lui fut fatal: Claude de Marolles son défenseur, rendit la place et quelque temps après, le roi de Navarre ordonna le démantèlement du donjon qui fut ainsi diminué d'environ 3 mètres. C'est exactement dans cet état qu'il existe encore.

Le donjon se composait d'un sous-sol, d'un rez-de-chaussée, d'un étage qui servait d'appartement au seigneur du lieu et de combles couverts par une toiture en ardoises très épaisses. Les matériaux provenant du démantèlement ont été projetés à l'intérieur, de sorte que le sol primitif s'est trouvé recouvert d'une couche de déblais de 5 mètres de hauteur, que j'ai examinée soigneusement.

Devant la porte d'entrée située à l'est du donjon, je n'ai trouvé qu'un amas de moellons et de détritus provenant d'une première fouille qui avait été commencée il y a une trentaine d'années, mais qui fut interrompue presque aussitôt. En avançant vers l'angle nord-est, les déblais consistent seulement en moellons, mortier et sable non remaniés.

Dans la partie située à gauche de la porte, un banc de déblais ayant 2 mètres d'épaisseur, recouvre un lit de terre arable de 15 centimètres, sous lequel se rencontre un banc d'ardoises épaisses provenant de la toiture, puis des fragments de carreaux émaillés et enfin un sol d'argile intacte et très compacte, ne portant aucune trace d'un travail quelconque.

En avançant toujours vers la gauche, les déblais recouvrent d'importants blocs de pierre calcaire, complètement calcinés jusqu'à leur centre, de gros blocs de charbon de bois et des cendres. Dans la partie inférieure, il y a de l'argile fortement calcinée, puis un peu de terre, le sol d'argile non remanié, sur lequel est construit un mur de 85 centimètres d'épaisseur sur $5^{m},30$ de longueur. Sa hauteur a été diminuée lors de la démolition du donjon : elle est de $1^{m},35$ à l'angle sud et de 1 mètre à l'angle nord. Ce mur est fait de deux parements en pierres de taille (provenant de Bourré) dont l'intervalle est comblé de moellons noyés dans le mortier.

Sous les déblais et reposant sur le sol d'argile, il y avait une grosse poutre calcinée et quelques rares fragments de poteries grossières émaillées et non émaillées.

La rareté de la céramique, des ardoises et même des charbons, prouve que quand le sommet du donjon fut rasé par ordre de Henri IV, on avait préalablement enlevé tous les matériaux susceptibles d'être utilisés ailleurs.

Les fouilles que j'ai effectuées dans toutes les autres parties de la forteresse ont montré que la démolition avait été conduite méthodiquement. Tous les carrelages sont enlevés et il n'en subsiste que des fragments en place près des murs. Ce sont des carreaux rouges non émaillés, de 20 cen-

timètres, dont les côtés sont taillés en biseau dans le but d'obtenir un démoulage plus facile, lors de la fabrication et peut-être aussi des joints plus minces, à la partie supérieure.

III

Les carreaux de Montrichard datent vraisemblablement de la construction de la forteresse, car ils sont, au point de vue technique, exactement du même ordre que ceux qui ont pu être attribués avec certitude au XII^e siècle.

En outre, le mortier encore adhérent à la partie inférieure, est de même nature que celui des murailles du donjon.

1° *Carreaux à glaçure jaune.* — Ils ont 103 millimètres de côté et 22 millimètres d'épaisseur. Ils sont faits d'une terre ferrugineuse, rouge, à gros grains, contenant en assez grande quantité des paillettes de mica. La masse de la terre renferme, en outre, des veines d'une terre blanche, dont je crois pouvoir expliquer la provenance comme je le montrerai tout à l'heure.

La structure de la terre révèle nettement le procédé de fabrication : elle a, en effet, été étirée avant d'être tassée dans le moule. On faisait avec l'argile amenée à l'état de pâte. ce que nos potiers appellent un *colombin*, que l'on roulait entre les mains ou sur une surface plane, puis on la tassait dans le moule. Celui-ci, sans doute en bois, était rectangulaire, il avait la largeur même du carreau et, comme longueur, celle de plusieurs carreaux placés bout à bout. Les parois latérales du moule étaient taillées en biseau de sorte que la partie supérieure avait environ 5 millimètres de plus, de largeur, que la partie inférieure. C'est en raison de ces dispositions particulières que cette coupe en biseau se retrouve sur trois côtés des carreaux extrêmes et sur deux seulement, des carreaux intermédiaires. Grâce à ce procédé, le démoulage s'opérait très facilement.

Avant de tasser la terre dans le moule, celui-ci avait été préalablement saupoudré intérieurement de sable fin, dans le but d'empêcher l'adhérence. Ce sable se voit encore sous les carreaux avec lesquels il fait corps, ce qui indique qu'il ne provient pas du mortier employé pour le scellement et qui, du reste, n'est pas de même nature.

Le moule étant garni de pâte, on traçait tous les 11 centimètres environ un sillon de 4 à 5 millimètres de profondeur, encore nettement apparent.

La plaque d'argile qui constituait ainsi une suite de plusieurs carreaux, était démoulée et posée sur une surface plane, pour qu'elle puisse sécher sans se déformer.

C'est là où va se manifester le premier procédé de décoration.

En effet, les émaux opaques n'étaient pas employés et, d'autre part, la glaçure transparente appliquée sur terre rouge, ferrugineuse, possédait un

aspect brun ou noirâtre, peu agréable. Pour remédier à cet inconvénient, nos potiers recouvraient leurs carreaux d'une mince couche de terre blanche, appliquée à l'état de bouillie claire ou *barbotine* et qui constituait une *engobe* parfaite.

Voulant étudier la nature de cette engobe, j'ai enlevé au moyen d'une meule en corindon, la mince couche de glaçure qui la recouvrait; puis par le même moyen, j'ai prélevé un échantillon de l'engobe elle-même.

Par des essais préalables, je m'étais assuré que la meule n'était pas entamée,

Cette engobe qui est dure et très blanche, offre cette particularité remarquable d'adhérer si parfaitement à la terre sous-jacente que, sur aucun spécimen, je n'ai pu relever la moindre trace d'écaillage.

Cette terre blanche a pour composition :

Silice	69.37
Alumine	17.13
Oxyde de fer	1.94
Chaux	4.43
Magnésie	5.21
Potasse et soude	1.92
TOTAL.	100.00

Elle paraît donc résulter d'nn mélange de quartz, de kaolin, de biotite (mica magnésien) et de dolomie: je pense que les trois premiers éléments constituaient la terre naturelle et que la dolomie était ajoutée pour permettre l'accord avec la terre rouge. La teneur élevée en magnésie est peut-être due aussi, à la présence de giobertite qui se trouve souvent associée à la dolomie.

J'ai dit plus haut que la terre des carreaux renfermait des veines de terre blanche. La présence de celle-ci peut être due à des résidus d'engobe mélangés à l'argile.

Lorsque le carreau engobé était sec, on procédait à l'émaillage par *aspersion*. La glaçure est composée uniquement d'oxyde de plomb avec de très faibles quantités des corps contenus dans l'engobe et qui ont été dissous par l'oxyde de plomb.

L'émaillage ne se faisait pas par *trempage*, comme je le démontrerai plus loin.

A quel état le plomb était-il employé? Sans doute à l'état de sulfure naturel, c'est-à-dire de *galène*, anciennement appelée *alquifoux*. C'est le procédé qui est encore en usage dans quelques centres où se fait la poterie grossière et où les vieilles traditions se sont conservées.

Peut être aussi utilisait-on le plomb métallique très divisé comme cela se faisait en Bretagne, il n'y a pas encore bien longtemps, Je ne le crois pas cependant, car dans ce cas, la glaçure renferme très souvent de petits

globules de plomb, ce que je n'ai remarqué sur aucun des carreaux de Montrichard.

Après avoir émaillé le carreau, on procédait à la cuisson; la pureté de la glaçure prouve que le feu était très oxydant.

On obtenait ainsi, grâce au fond blanc donné par l'engobe, une belle glaçure jaune d'or comme en donne toujours le plomb, lorsqu'il n'est additionné d'aucun autre oxyde métallique colorant.

Le sulfure, comme l'oxyde de plomb, est extrêmement fusible, de sorte que les carreaux de Montrichard qui sont cuits au feu de la glaçure, n'ont subi qu'une température de 600 à 700 degrés, ce qui fait que la chaleur n'ayant pas pénétré toute la masse, l'argile a conservé au centre une teinte gris-noir due à la présence des matières organiques qu'elle contient naturellement.

On moulait en une seule fois, comme je l'ai dit, une bande de terre représentant plusieurs carreaux mis bouts à bouts; le sillon qui était tracé de 11 en 11 centimètres, permettait, la cuisson effectuée, de séparer nettement chaque carreau de son voisin. Il est certain que cette séparation ne se faisait qu'après la cuisson, car le sillon est toujours émaillé intérieurement jusqu'à la ligne de brisure.

J'ai trouvé également de petites pièces triangulaires obtenues en pratiquant, lors du moulage, deux sillons partant de chacun des angles d'un carreau de 11 centimètres et se croisant au centre, à angle droit.

2° *Carreaux à glaçure verte.* — En même temps que les carreaux à engobe blanche et à glaçure jaune, j'en ai trouvé d'autres dans le donjon de Montrichard, qui sont plus minces que les premiers, en terre plus ferrugineuse et sans engobe. Ils sont recouverts d'une glaçure composée d'oxyde de plomb coloré en vert par addition de 5 0/0 d'oxyde de cuivre.

La fabrication de ces carreaux verts est exactement la même que celle des carreaux jaunes. Même forme de moule à parois biseautées, même suite de carreaux fabriqués en une seule fois, même émaillage et même cuisson.

L'argile ne contient pas de veines blanches, comme celle des carreaux engobés.

IV

Les carreaux en terre rouge, à engobe blanche, du XII^e^ siècle, si nous admettons que la date de la construction du donjon de Montrichard, en 1110, marque le point de départ de cette fabrication, me paraissent être l'origine des carreaux incrustés. Beaucoup de ceux-ci, en effet, sont attribués, d'après l'âge des monuments dans lesquels on les a trouvés, à la fin du XII^e^, au XIII^e^ et jusqu'au XVI^e^ siècle.

Au début on a donc recouvert toute la surface du carreau, d'une pâte blanche, puis, de là, est née l'idée de n'appliquer l'engobe qu'à certains

endroits. On commença sans doute par peindre le dessin en blanc, mais ensuite, pour éviter le léger relief qu'on obtenait par cette méthode, on grava en creux le sujet décoratif et on remplit les évidements avec la terre blanche. Cette différence dans la décoration, ne suffit pas cependant pour fixer une date d'après la méthode employée, car les deux procédés ont dû être utilisés simultanément. En revanche, du XII^e^ au XVI^e^ siècle la glaçure est toujours la même, c'est-à-dire exclusivement plombeuse.

On m'a donné, comme venant de Montrichard, un petit carreau de 55 millimètres carrés, portant une portion de caractère (qui devait être un M) semblant appartenir au XV^e^ ou XVI^e^ siècle, cette lettre est peinte et non pas incrustée.

Par contre, le Musée de Blois possède un carreau indiqué comme venant également de Montrichard et qui porte des arabesques incrustées en terre colorée en brun-noir, dans le genre des faïences de Saint-Porchaire, dites d'Oiron ou de Henri II. Ce carreau provient peut-être du château construit à l'est du donjon par Jacques de Genouillac, sénéchal d'Armagnac qui, en récompense de ses services, avait reçu de François I^er^, en 1516, le domaine de Montrichard. Il ne reste plus du château que quelques pans de murs et une petite chapelle dont la mutilation complète ne date que de 1793.

Il y avait deux manières d'appliquer l'engobe blanche pour former un décor :

1° Le dessin est en blanc sur la terre rouge ;

2° Le dessin est formé par la terre rouge elle-même et c'est le fond seul qui est engobé en blanc.

Ces deux exemples se trouvent réunis, notamment dans le carrelage du XV^e^ siècle (Musée de Tours) provenant de la chapelle des Genêts, commune de Villeloin (Indre-et-Loire).

La glaçure est toujours jaunâtre, cependant le Musée céramique de Sèvres possède deux carreaux du XV^e^ ou XVI^e^ siècle, venant du château de Malouy (Eure), dont le dessin représente un chêne incrusté en terre blanche dans une terre rouge, mais au lieu d'être émaillée avec la glaçure jaune, l'artiste s'est servi d'une glaçure verte au cuivre, de sorte que la composition est d'un ton vert clair qui se détache vigoureusement sur le fond presque noir donné par l'application de la glaçure au cuivre sur l'argile très ferrugineuse.

Ces carreaux à décor en relief ou incrusté, n'ont pas fait disparaître l'émaillage en un seul ton, comme j'ai pu l'observer sur le carrelage du château de la Menaudière (près de Montrichard) dont le corps principal fut construit sous Henri II, par le sire de la Roche. Ces carreaux dont le propriétaire du château, M. le marquis de Ferrière, m'a remis un certain nombre, ont 54 millimètres de côté sur 23 millimètres d'épaisseur. Les

quatre faces latérales sont taillées en biseau, ce qui prouve qu'ils étaient fait séparément. Ils sont en terre rougeâtre et émaillés avec la glaçure plombeuse verte, au cuivre, mais émaillés par *trempage* et non plus par *aspersion*. En effet, la glaçure recouvre les six côtés. Ils ne sont pas engobés.

CONCLUSION

La technique suivie par les potiers du XII^e^ siècle, est trop parfaite pour n'avoir pas été précédée d'une autre plus rudimentaire, donnant des produits grossiers représentés simplement par des terres non engobées, à moins que ces potiers n'aient reçu des leçons de céramistes expérimentés.

D'autre part, le plomb ne se trouve pas dans le pays; les potiers devaient le faire venir soit d'Espagne, soit de la Germanie qui, pendant plusieurs siècles, a passé pour produire le minerai de meilleure qualité. Qui donc leur a enseigné les premières notions d'émaillage?

J'estime que la question des argiles employées, est secondaire, quoiqu'on la place généralement au premier plan. On se servait de celles qui étaient sur place. Aux époques les plus barbares, on connaissait l'usage des terres plastiques et même la construction des fours.

Seule l'engobe est intéressante, parce qu'elle paraît être un mélange voulu de terres et de minéraux, c'est-à-dire un produit manufacturé.

A partir du XII^e^ siècle, après donc que l'engobage eut été appliqué, la décoration a suivi une évolution normale jusqu'à Bernard Palissy, qui s'est attribué faussement la découverte des glaçures connues et employées plusieurs siècles avant lui. Il était trop instruit pour ignorer le moyen d'émailler la poterie; en outre il était peintre verrier et possédait donc des couleurs minérales qu'il lui suffisait de mélanger à la glaçure pour composer une palette. La connaissance de la glaçure verte, par addition d'oxyde de cuivre, qu'il a utilisée sur une vaste échelle, était répandue partout à son époque.

Ses récits trop imagés ont eu pour but de faire négliger, presque complètement, l'étude des céramiques émaillées qui l'on précédé.

C'est pourquoi j'appelle l'attention des archéologues sur les moindres débris de poteries présentant des traces de glaçures, car je crois qu'il en existe qui sont très antérieures au XII^e^ siècle, limite actuelle de notre histoire céramique.

M. J. VILLARET

Directeur du Génie Maritime, au cadre de réserve (Paris).

LES ÉVANGILES APOCRYPHES, SOURCE PARTIELLE DE L'ART CHRÉTIEN

— 4 août —

Les artistes, et surtout les artistes du Moyen Âge, qui ont représenté des scènes du Nouveau Testament, se sont inspirés très souvent d'écrits autres que les quatre Évangiles admis comme canoniques par les diverses communions chrétiennes ; et ils ont, dans leurs œuvres, fait figurer des personnages, ou apparaître des circonstances, que ces quatre Évangiles ne mentionnent nulle part.

Pourquoi, par exemple, saint Joseph est-il généralement représenté comme un vieillard? Rien ne le dit, dans le Nouveau Testament ; mais cela ressort du texte de l'un des écrits que nous allons rapidement analyser.

Autre exemple :

Dans leur visite du 7 août 1908, à Riom, les Congressistes ont vu, à la porte occidentale de l'église de Notre-Dame du Marthuret (xv^e^ siècle), une belle statue de la Vierge portant l'enfant Jésus, lequel tient un oiseau à la main. Cette statue est, pour cette raison, dite la « Vierge à l'Oiseau ».

Or, l'Évangile de l'Enfance, au chapitre xxxvi, et l'Évangile de saint Thomas, au chapitre xi, racontent que Jésus (à sept ans dans le premier de ces écrits, à cinq ans dans le second) s'amusait à pétrir avec de la terre des statuettes d'animaux et notamment d'oiseaux, et qu'à ces statuettes la vie était miraculeusement donnée.

On peut admettre que l'auteur de la statue du Marthuret a eu connaissance de ces Évangiles apocryphes, et a voulu représenter ce miracle, en le reportant à la première enfance du Sauveur.

Les Évangiles canoniques ne mentionnent aucun miracle de cette nature..

Parfois même, il y a désaccord formel entre ces apocryphes et l'écriture sainte, ou ces apocryphes se contredisent entre eux.

Les Évangiles apocryphes, traduits et annotés d'après la collection allemande de J.-C. Thilo (Leipzig, 1832), ont été publiés par M. Gustave Brunet en 1852, et réédités, en 1863, par la librairie A. Franck, 67, rue de Richelieu. Ce volume porte pour épigraphe cette phrase de l'auteur :

Laisser de côté l'étude des *Évangiles apocryphes*, c'est renoncer à découvrir les origines de l'art chrétien.

M. Mâle, professeur à la Sorbonne, faisait la même observation dans son cours de 1906-1907.

Nous allons tâcher de résumer, en les groupant par ordre chronologique, les principaux faits contenus dans les écrits apocryphes dont voici la liste :

A. — Histoire de Joseph le charpentier.
B. — Évangile de l'Enfance.
C. — Protévangile de Jacques le Mineur.
D. — Évangile de Thomas l'Israélite.
E. — Évangile de la Nativité de sainte Marie.
F. — Histoire de la Nativité de Marie et de l'Enfance du Sauveur.
G. — Évangile de Nicodème.

Les lettres majuscules dont nous avons fait précéder les titres de ces écrits constituent des références dont nous ferons usage pour ne pas avoir à répéter chaque fois les titres complets, et abréger ainsi notre texte — chose d'autant plus nécessaire que certains faits se trouvent mentionnés (et pas toujours de la même façon) dans plusieurs des écrits en question, ce que nous indiquerons par des parallèles ou renvois inscrits dans une marge spéciale.

Première partie. — Histoire de Joseph (A).

Parallèles

Cette histoire, que son auteur anonyme met dans la bouche de Jésus-Christ lui-même, qui l'aurait racontée à ses disciples sur le Mont des Oliviers, fait de Joseph, originaire de Bethléem, *un prêtre* instruit et savant dans la doctrine de la loi, qui exerçait aussi le métier de charpentier. Agé de quarante ans, il épousa une première femme, qui n'est pas nommée; il en eut quatre fils : Jude (1), Juste, Jacques et Simon, et deux filles : Assia et Lydia. Devenu veuf après quarante-neuf ans de mariage (donc à quatre-vingt-neuf ans), il fut, un an après, désigné pour avoir la garde d'une jeune fille appelée Marie, fille de Joachim et d'Anne (desquels le Nouveau Testament ne

C, ch. v. parle pas), présentée au Temple par ses parents à l'âge de trois ans. Lorsque Marie eut douze ans, elle fut confiée à Joseph, à

E, ch. vi et F, ch. viii. la suite d'une désignation miraculeuse qui se retrouve dans d'autres apocryphes.

Deux ans s'écoulent, pendant lesquels Marie s'occupe de Jacques, fils de Joseph, à Nazareth, dans la maison de celui-ci,

F, ch. x. qui, pendant ce temps, vaquait au dehors (à Capharnaüm) à l'exercice de sa profession de charpentier. Marie ayant quatorze ans, survient l'Immaculée Conception. « J'ai été incarné en elle (c'est Jésus-Christ qui est censé parler) par un mystère qui surpasse l'intelligence de toute créature. »

Trois mois après la conception, Joseph revient (de Capharnaüm à Nazareth), constate la grossesse de Marie et veut la

C, ch. xiv, E, ch. x, F, ch. x. renvoyer.

Mais, détrompé par l'archange Gabriel, qui lui apparaît, il

C, ch. xv. se décide à la garder. Dénoncé par un scribe nommé Anne, au

F, ch. xii. grand-prêtre, comme ayant fait violence à sa pupille, et conduit à Jérusalem, il subit l'épreuve des eaux amères ou de conviction (*Nombres*, ch. v, 18, et *Deutéronome*, ch. xxii, 20, 21) et

(1) Saint Marc, ch. vi, 3, Juste y est appelé Joses et les filles ne sont pas nommées.

son innocence est proclamée. Marie, à qui on demande avec qui elle a péché, affirme sa pureté absolue, subit la même
C, ch. XVI. épreuve et est aussi publiquement reconnue innocente. Joseph
E, ch. X. la prend alors pour femme ; cependant, il ne la connut pas, mais en ayant soin chastement, il la garda.

Le neuvième mois après la conception, il part avec elle pour
C, ch. XVII. Bethléem afin d'obéir à l'édit relatif au dénombrement. Il s'inscrit sur le registre comme descendant de David. Marie
A, ch. VII, B, II, III donne naissance à Jésus *dans une caverne* près du sépulcre de
C, ch. XVIII, F, XIII Rachel et entre à Bethléem avec Joseph *six jours après*.

Vient ensuite (A, ch. VIII) le récit des méfiances d'Hérode, suggérées par Satan. [Il n'est pas question du massacre des Innocents. Hérode est donné ici, à tort, comme celui qui fit décapiter Jean-Baptiste], la fuite en Égypte de Joseph avec Marie, l'enfant Jésus et Salomé, qui avait demandé à les
C, ch. XIX, XX, accompagner dans ce voyage. Salomé, sur laquelle A ne dit
F, ch. XIII. rien de plus, est l'objet de récits détaillés dans C et F.

La Sainte Famille retourne (A, ch. XX) au pays d'Israël après la mort d'Hérode, et se fixe à Nazareth. Joseph vieillit sans infirmités, ni douleurs, conservant ses forces et sa lucidité d'esprit.

Juste, Simon et leurs deux sœurs se marient et quittent la maison paternelle. Jude et Jacques y restent. Jésus demeure avec eux chez Joseph « comme si », dit-il, « j'avais été un de ses fils ».

Un ange annonce à Joseph sa mort prochaine. Il prie Dieu et lui demande d'être assisté au moment de sa mort par saint Michel, le premier de ses anges.

Au chapitre XIV, Joseph revient à Nazareth et s'alite.

Ch. XV. Agé de cent onze ans, le 26 du mois d'Abib, il sent la mort approcher et se lamente. Il parle de la mort de son propre père Jacques (Saint Mathieu, ch. I, 16).

Ch. XVI. Entretien de Jésus avec Joseph, qui lui rappelle un
B, ch. XLII, XLIII. miracle que Jésus a fait en ressuscitant un enfant mordu par un serpent, et termine en disant : « Toi, tu es mon Seigneur, mon Dieu et mon Sauveur, et très certainement le Fils de Dieu. »

Vient ensuite un long récit (ch. XVIII à XXIII) de la mort de Joseph, que, sur la prière de Jésus à Dieu (ch. XXII), Michel, *premier des anges*, et Gabriel, *le héraut de la lumière*, viennent envelopper dans un linceul éclatant et conduisent au séjour des justes. Six chapitres (XXIV à XXIX) sont encore consacrés à la description du deuil et des funérailles de Joseph. Jésus promet (au ch. XXVI) que celui auquel il naîtra un fils et qui lui donnera le nom de Joseph, n'aura point de part à l'indigence, ni à la mort qui ne finit point.

Au chapitre XXX, les apôtres remercient le Sauveur de son récit, et, rappelant le sort d'Énoch et d'Élie, qui n'ont pas été sujets à la mort, s'étonnent de ce que Joseph, « juste et élu », n'a pas, lui aussi, été rendu immortel.

Jésus répond (ch. XXXI) qu'Énoch et Élie sont encore en vie aujourd'hui *avec leurs corps*, et qu'ils doivent être tués seulement par l'Antechrist lors de sa venue future, ainsi que deux autres personnages appelés *Schiba* et *Tabitha* (??)

L'histoire de Joseph le charpentier se termine par les actions de grâces des apôtres et une doxologie.

Remarquons, dans ce récit, diverses circonstances dont le Nouveau Testament ne parle pas :

L'état de prêtre du Seigneur, attribué à Joseph.

Son premier mariage; ses deux filles.

La naissance du Christ dans une caverne sur la route de
St Luc, ch. II, 7. Bethléem, et non dans l'étable de l'hôtellerie de cette ville.

L'épreuve judiciaire des eaux amères, imposée à Joseph et à Marie.

Les privilèges accordés à qui appellera son fils Joseph.

Le prétendu enseignement de Jésus relatif à Énoch et à Élie, ainsi qu'à ces deux personnages, Schiba et Tabitha.

DEUXIÈME PARTIE. — HISTOIRE DE MARIE (E, F, C).

E est *attribué* à saint Mathieu, F à saint Jacques, fils de Joseph (Jacques le Mineur). D'après ces deux écrits, Marie,
E, ch. I. toujours vierge, de la race royale, naquit à Nazareth, de Joachim, issu d'une famille de cette ville, et d'Anne, fille d'Achor (F, ch. I), dont la famille était de Bethléem. (Ces renseignements ne sont pas donnés dans nos quatre Évangiles canoniques.) Joachim et Anne, restés longtemps sans enfants et rebutés à Jérusalem, lors de la fête de la Dédicace, à raison de leur stérilité, par le grand-prêtre Issachar (E, ch. II) ou par le scribe Ruben (F, ch. II), voient apparaître, chacun de son côté,
E, ch. III, IV, F, ch. III. l'ange du Seigneur, qui leur annonce la naissance de Marie, sa maternité immaculée et sa vie sainte.

Marie naît en effet, et, à l'âge de trois ans, ses parents la
F, ch. IV. remettent au Temple, dont elle monte en courant les quinze
E, ch. VI. degrés, pour y être consacrée à Dieu et élevée avec les autres vierges.

F, ch. VI, décrit les perfections de Marie enfant, sa grande piété, sa charité, notamment pour les malades, qu'elle guérit en les touchant; ses entretiens avec les anges.

Le grand-prêtre Abiathar veut la marier avec son propre fils. Elle refuse et affirme sa volonté de suivre l'exemple d'Abel et d'Élie, restés vierges. Cette résolution déconcerte le grand-prêtre; et, d'accord avec les notables de Jérusalem et des environs, on décide de chercher quelqu'un à qui la vierge serait donnée en garde, en vue d'un mariage ultérieur. Tous les hommes *nubiles et non mariés de la famille de David* sont invités à apporter une baguette sur l'autel (E, ch. VII). Une colombe
E, ch. VII, F, VIII. vient du ciel se poser sur la baguette de l'un d'eux, Joseph, « homme fort âgé », bien qu'il eût eu soin de ne pas la mettre en évidence. Il est donc désigné pour épouser Marie plus tard,

célèbre les fiançailles, puis se retire à Bethléem (E, ch. VIII) pour préparer les noces, ou à Capharnaüm (F, ch. X) pour s'y occuper des travaux de son métier.

F, ch. VIII. Marie retourne en Galilée chez ses parents (E, ch. VIII). (D'après A, ch. IV, c'était dans la maison de Joseph), accompagnée de cinq autres vierges (Rebecca, Saphora, Suzanne, Abigée, Zahel) pour lui tenir compagnie. Marie est désignée pour tisser la pourpre afin de faire le voile du Temple du Seigneur, d'où jalousie de ses compagnes, qui l'appellent par dérision la reine des vierges et sont blâmées à ce sujet par un

C, ch. XI, E, ch. IX, ange apparu au milieu d'elles.

F, ch. IX. Annonciation de la naissance miraculeuse de Jésus.

C, ch. XII. Visite de Marie à Élisabeth.

E, ch. X. Joseph revient en Galilée et trouve Marie enceinte. Ses soup-

C, ch. XII, XIV. çons sont réfutés par un ange dans une vision : il garde Marie, en ayant soin chastement, et, neuf mois après l'Annonciation, l'amène à Bethléem, *où* (contrairement à A, ch. VII, B, ch. II et F, ch. XIII) elle accouche de Jésus. Ici s'arrête E, qui ne parle pas de l'accusation portée devant le grand-prêtre, ni de l'épreuve judiciaire des eaux amères subie par Joseph et par Marie.

F continue par le récit du voyage de Joseph et de Marie à Bethléem. Près de cette ville, un ange leur apparaît sur la route et annonce l'extension à tous les peuples de la bénédiction accordée d'abord à la seule race d'Abraham.

C, ch. XVII. Marie entre, sous la garde de son beau-fils Simon, dans une

C, ch. XVIII. caverne, qui s'illumine. Silence du ciel et des animaux de la

St Luc, ch. II, 13, 14. terre. Naissance de l'enfant. Adoration des anges.

Joseph était allé (C, ch. XVIII) chercher une sage-femme : il en

C, ch. XIX, XX. ramène deux, Zélémi et Salomé.

Une très grande étoile brille sur la caverne, du soir au matin.

Le troisième jour de la naissance du Seigneur, Marie sort de la caverne, entre dans une *étable*, met l'enfant sur la crèche ; le bœuf et l'âne l'adorent (adoration non mentionnée par saint

B, ch. VI. Mathieu ni saint Luc). Le sixième jour (F, ch. XV), Marie entre

Saint Mathieu, ch. II, 1 à 12. à Bethléem avec Joseph. Trente-trois jours étant accomplis,

B, ch. VII. elle porte l'enfant au Temple ; Siméon ; Anne la prophétesse ; visite et adoration des Mages.

F, ch. XVII, conforme à saint Mathieu, ch. II, 13 à 16 : fuite en Égypte.

Pendant ce voyage, miracles divins, tout à fait étrangers à nos quatre Évangiles. Adoration de Jésus par des dragons nombreux (ch. XVIII), par des lions et des léopards (ch. XIX). Un palmier abaisse ses branches jusqu'à Marie pour qu'elle puisse manger de ses fruits, et de l'eau sort entre ses racines. Sur l'ordre de Jésus, une branche de ce palmier est emportée par un ange pour être plantée dans le paradis (ch. XX, XXI). La Sainte Famille entre dans Sotime (?), ville où il y avait un Capitole plein d'idoles, qui tombent et se brisent, et Afrodisius, gouverneur de Sotime, est convaincu par ce miracle de la divi-

nité de Jésus-Christ, qu'il adore (ch. XXII à XXIV). Enfin, sur l'avis donné par un ange, la Sainte Famille rentre en Judée.

Le protévangile dit de Jacques le Mineur (C), ou de Jacques l'Hébreu, raconte les mêmes faits que E et F, sauf les différences ci-après :

La colombe qui désigne Joseph pour être le gardien de Marie
E, ch. VI, VII. se pose *sur sa tête* et non sur la baguette qu'il avait reçue du
F, ch. VIII. grand-prêtre « Zacharie », lequel avait présenté à ce choix miraculeux *tous les veufs* du pays de Judée.

Au chapitre XIX de C, Joseph, laissant Marie dans la caverne
B, ch. II. où elle va accoucher, trouve *une* sage-femme, lui raconte la conception miraculeuse de Marie, l'amène à la caverne qui
B, ch. III. s'éclaire, et on voit l'enfant déjà né et prenant le sein de sa mère. La sage-femme sort de la caverne et Salomé se trouve au-devant d'elle. La sage-femme dit à Salomé : « J'ai de grandes nouvelles à te raconter : une vierge a enfanté, et elle reste vierge. ». Salomé refuse de la croire. Marie se recouche (ch. XX); Salomé la touche, et sa main, brûlée d'un feu dévo-
B, ch. III. rant, va se séparer de son bras. Elle prie, prend l'enfant, l'adore, est guérie et justifiée.

B, ch. VII. C, ch. XXI. Hérode et les Mages, récit à peu près conforme à celui de saint Mathieu.

C, ch. XXII. Fureur d'Hérode, massacre des enfants, de moins de deux ans, de Bethléem. Marie cache Jésus dans la crèche des bœufs. Élisabeth s'enfuit dans les montagnes avec son fils Jean. Un rocher s'ouvre et les reçoit.

C, ch. XXIII. Zacharie, interrogé par Hérode, dit ignorer où est son fils Jean, et est tué dans le vestibule du Temple, auprès de la balustrade de l'autel (saint Mathieu, ch. XXIII, 35). Son sang (C, ch. XXIV) forme une masse semblable à une pierre. Le peuple le pleure trois jours et trois nuits. Siméon est désigné par le sort pour lui succéder.

Les détails donnés par ces trois derniers chapitres ne figurent que dans le protévangile dit de Jacques le Mineur, qu'on appelle ainsi parce qu'il raconte des faits antérieurs à la prédication de la religion chrétienne, et qui se termine par une doxologie en l'honneur « du Père Éternel, de Notre Seigneur Jésus-Christ et du Saint-Esprit vivifiant ».

TROISIÈME PARTIE. — ENFANCE DE JÉSUS-CHRIST (B, D).

B est censé rédigé par saint Pierre, qui en aurait recueilli les matériaux de la bouche de Marie.

Au chapitre 1er de B, Jésus, dès le berceau, se déclare fils de Dieu et envoyé pour le salut du monde.

Ch. II. Édit du dénombrement « en 369 de l'ère d'Alexandre ». Joseph se rend à Jérusalem, et de là à Bethléem pour se faire inscrire. Marie, sentant qu'elle va accoucher, entre dans
A, ch. VII. une caverne. Joseph cherche quelqu'un pour l'assister et trouve
C, ch. XIX. une vieille Israélite venant de Jérusalem, et qu'il prie d'entrer dans la caverne.

Ch. III. Le soleil vient de se coucher, mais l'intérieur de la caverne est lumineux. L'enfant est né et tête sa mère. La vieille femme (Salomé?) se voue pour toute sa vie au service du nouveau-né. [Dans beaucoup de sculptures et d'œuvres d'art représentant la Nativité, figure une femme autre que la mère du Sauveur. Le Nouveau Testament n'en parle pas.]

B, ch. IV. Adoration des bergers.

F, ch. XV. B, ch. V. *Circoncision*, le huitième jour, de Jésus *dans la caverne*. Le saint prépuce, recueilli par la vieille Israélite et mis dans un vase d'albâtre rempli d'huile de nard, est donné par elle à son fils, marchand de parfums, avec recommandation de ne pas vendre ce vase. Néanmoins, il est vendu à Marie la pécheresse, qui, plus tard, videra le vase sur la tête et les pieds de Jésus. Au bout de dix jours, Jésus est porté à Jérusalem. Au bout de quarante jours, il est présenté au Temple.

B, ch. VI. Cortège d'anges. Siméon et son cantique. Anne la prophétesse et ses actions de grâces.

F, ch. XVI. B, ch. VII. Adoration des Mages venus d'Orient, « ainsi que l'avait prédit Zorodascht ». Marie leur donne un linge dans lequel Jésus avait été enveloppé.

B, ch. VIII. Les Mages, guidés, au retour comme à l'aller, par une étoile, rendent compte « aux rois et aux princes » de leur voyage, leur montrent le linge donné par Marie, lequel est reconnu incombustible, vénéré et précieusement conservé.

F, ch. XVII. Saint Mathieu, ch. III, 13 à 16. B, ch. IX. Soupçons d'Hérode; départ matinal pour l'Égypte de Joseph, averti en songe par un ange.

A partir du chapitre X, commencent les miracles accomplis sur le trajet de la Sainte Famille.

B, ch. X. Dans une grande ville était un enfant de trois ans, possédé du démon et fils du grand-prêtre d'une idole vénérée, laquelle tombe et se brise au milieu de l'épouvante générale.

B, ch. XI. L'enfant entre dans l'hôtellerie où était la Sainte Famille; il l'insulte, vole un linge qui avait servi à Jésus et était suspendu sur une latte pour sécher après lavage. Des démons sortent de sa bouche sous forme de corbeaux et de serpents.

B, ch. XII et XIII. Craignant d'être brûlés vifs par les Égyptiens à cause de la destruction de l'idole, Joseph et Marie continuent leur voyage et arrivent près d'un repaire de voleurs qui détenaient captifs ceux qu'ils avaient dépouillés. A l'approche de la Sainte Famille, les liens des captifs sont brisés.

B, ch. XIV à XXIV. Récit de onze guérisons de la nature la plus diverse, entre autres celle d'un jeune homme transmué en mulet par des enchantements et qui reprend sa forme quand on met Jésus sur son dos.

B, ch. XXIII. La Sainte Famille traverse un pays infesté de voleurs, dont la plupart dormaient. Deux d'entre eux, Titus et Damachus, étaient éveillés. Titus propose à son camarade de laisser passer la Sainte Famille, mais Damachus veut réveiller les dormeurs, et Titus lui donne quarante drachmes de sa cein-

ture pour obtenir de lui qu'il n'en fasse rien. Marie bénit Titus, et Jésus annonce que dans trente ans il sera crucifié avec Titus à sa droite et Damachus à sa gauche (1).

B, ch. XXV. Séjour de trois ans en Égypte après visite à Pharaon, à Memphis. Nouveaux miracles.

B, ch. XXVI. Retour en Judée. Joseph craignant Archélaüs, l'ange de Dieu lui conseille d'aller se fixer à Nazareth.

Les vingt et un chapitres qui suivent sont remplis du récit de nouveaux miracles faits par Jésus pendant ou après son voyage de retour. Nous n'en résumerons que quatre :

B, ch. XXX. Un enfant très dangereusement malade est, sur le conseil de Marie, mis dans le lit de Jésus et couvert de ses vêtements, ce qui le guérit. Il sera, plus tard, *Barthélemy* l'apôtre.

B, ch. XXXV. Une femme dont le fils, qui s'appelait Judas, était tourmenté par Satan, l'apporte à Marie, en présence de Joseph et de Jacques. Judas s'approche, cherche à mordre Jésus, et, ne pouvant l'atteindre, lui donne des coups dans le côté droit. Satan sort de Judas sous la forme d'un chien enragé. Cet enfant devint *Judas Iscariote*, et le côté qu'il avait frappé fut celui que « les Juifs » (*sic*) percèrent d'un coup de lance.

B, ch. XLII. Un enfant ayant été piqué par un serpent, et étant moribond, Jésus va chercher le serpent à son nid et lui ordonne de sucer tout le venin qu'il a répandu dans les veines de l'enfant. Le serpent obéit, puis meurt, et l'enfant est sauvé. Il devint depuis *Simon le Cananéen*, dont parle l'Évangile (qui le nomme parmi les apôtres : saint Mathieu, x, 4).

D, ch. XVI. B, ch. XLIII. *Jacques* étant allé avec Jésus chercher du bois, est piqué par une vipère. Jésus le guérit en soufflant sur l'endroit de la morsure.

Plusieurs des nombreux miracles des chapitres XXVII à XLVII sont répétés dans l'Évangile de saint Thomas, lequel ajoute même, çà et là, quelques détails complémentaires (D, ch. II, III, IV, XI, XVI) et en raconte d'autres encore (D, ch. VIII, X, XII, XIII, XV, XVII, XVIII).

D, ch. VI, VI, XIV. B, ch. XLVIII et XLIX. Jésus, placé par Joseph et Marie chez un maître d'école nommé Zachée, confond celui-ci par son savoir. Il en est de même avec un maître plus savant, qui, impatienté, lève la main pour le frapper et est aussitôt frappé de mort.

(1) *Noms des deux brigands crucifiés avec Jésus-Christ.*

Le bon.	Le mauvais.	
TITUS.	*Damachus* . .	D'après l'Évangile de l'Enfance.
DÉMAS	*Gestas*	D'après l'Évangile de Nicodème (G), ch. X. C'est aussi cet écrit qui donne le nom de Longin au soldat romain qui perça d'une lance le flanc de Jésus-Christ.
MATHA	*Joca*	Dans les collectanea vulgairement attribués à Bède.
LUSTIN	*Vissimus* . . .	Dans une histoire de Jésus-Christ écrite en langue persane par le jésuite Jérôme Xavier, imprimée en 1639 par Elzévir.

Aucun de ces noms ne figure dans l'Écriture Sainte.

D, ch. XIX. B, ch. L, LI, LII. Longs détails sur la confusion, devant le savoir de Jésus, des docteurs de Jérusalem, où ses parents l'avaient amené quand il eut douze ans. Arrivée à Jérusalem

St Luc, ch. II. de Marie et de Joseph, inquiets de Jésus, qu'ils ramènent à Nazareth.

B, ch. LIV. Jésus commença alors à cacher ses miracles, ses secrets et ses mystères, jusqu'à ce qu'il eût accompli sa trentième année, lorsque son Père (céleste) révéla publiquement sa mission, au bord du Jourdain, par une voix venue du Ciel et par l'apparition du Saint-Esprit sous la forme d'une colombe *blanche*. (Nulle mention du baptême de Jésus par Jean-Baptiste.)

Aucun apocryphe ne se rapporte à la période du ministère terrestre de Jésus-Christ.

QUATRIÈME PARTIE. — JÉSUS-CHRIST, DE SA CONDAMNATION A SA RÉSURRECTION.

Le dernier des apocryphes qu'il nous reste à mentionner est l'Évangile, dit de Nicodème (G), qui raconte (ch. I à XVI) la condamnation, la passion, la sépulture et la résurrection du Sauveur; récit compilé d'après les Évangiles, les Actes de Pilate, et grossi de quelques fables; et (ch. XVII à XXVII) la descente de Jésus-Christ aux Enfers, et ce qui se passa alors entre les puissances de l'Abîme, les patriarches et Jésus-Christ. Ce récit est censé être des fils de Siméon, Carinus et Lucius, rappelés à la vie et vivant à Arimathée dans l'oraison, tandis que leurs sépulcres ont été trouvés vides par Anne, Caïphe, Joseph d'Arimathée et Gamaliel, qui vont ensuite les interroger. Après avoir écrit leur relation, ils en remettent le texte à leurs interrogateurs, puis sont transfigurés et disparaissent.

C'est dans l'Évangile de Nicodème qu'est l'origine du mythe célèbre du *Saint Graal*, ce vase sacré dans lequel Joseph d'Arimathée avait recueilli le sang précieux de son maître.

Cette légende a été traduite bien des fois, notamment par Wiclef. (Voir à son sujet une dissertation aux pages 428 à 442 du nº 5, t. II, de la *Revue de Philologie, de Littérature et d'Histoire ancienne* d'Alfred Maury.)

Dans le même volume de M. Gustave Brunet, se trouve une traduction française du *Toldos Jeschou*, pamphlet juif contre Jésus, composé au IIe ou IIIe siècle, auquel Luther a fait l'honneur de le traduire en allemand. Il figure dans le tome VIII de ses Œuvres, édition d'Iéna (1).

(1) Comme appréciation générale des apocryphes du Nouveau Testament, consulter *les Perspections du temps présent*, le comte Agénor de Gasparin (Calmann-Lévy, 1882, 4e édition) aux pages 196, 2e alinéa; 210, 211, 212, notamment la note au bas de ces deux dernières pages.

TABLE DES MATIÈRES

NOTES ET MÉMOIRES

BELOT (E.). — Formules nouvelles donnant, pour les astres du système solaire, leur durée de rotation, leur distance au centre et leurs inclinaisons d'axe . . . 1

GÉRARDIN (A.). — Note sur la résolution simultanée de $x^m + Ay^p = f^2$ $x^m - Ay^p = g^2$. 15

BOUTIN (A). — Développement de $\sqrt{N}$ en fraction continue et résolution des équations de Fermat 18

PELLET (A.). — Sur les équations ayant toutes leurs racines réelles 26

— Sur les fonctions $\zeta(a, s)$. 31

LEBON (E.). — Disposition et étendue d'une table d'éléments donnant les facteurs premiers des nombres jusqu'à cent millions 33

GÉRARDIN (A.). — Nombres amiables. 36

LIBERT (L.). — Un catalogue de 25 bolides. 49

BELOT (E.). — Essai de cosmogonie tourbillonnaire. 55

RICHARD (J.). — Sur quelques points de la philosophie des mathématiques : la logique, la notion de nombre entier et la théorie des ensembles. 70

— Sur l'enseignement de l'astronomie 76

RILLY (A.). — Étoiles bimagiques 79

WELSCH (J.). — De la correspondance homographique et de ses applications à la résolution d'une catégorie assez étendue de problèmes 88

ARMAND. — Amélioration de la navigabilité du Rhône 98

BLONDEL (A.). — Sur le projet de transport d'énergie du Rhône à Paris, de MM. Blondel, Harlé et Mâhl. 111

LE VALLOIS (J.). — Le canal latéral au Rhône : Sa réalisation pratique par élévateurs à bateaux, sur plans inclinés 120

TAVERNIER (R.). — Utilisation du Rhône. 135

HENRIET (J.). — L'aménagement des eaux du Rhône : Résumé chronologique sur les avant-projets mis à l'étude dans le cours d'un siècle. 149

BOILÈVE. — Les canaux d'irrigation dérivés du Rhône 154

— Le canal latéral à la Loire 155

MAHAUT. — Canal des deux mers de Marseille à Nantes. 158

— Les canaux du Berry 164

DE LA BROSSE (R.). — Aménagement de l'énergie du haut Rhône en vue de l'alimentation de Paris. 168

RUBAUDO (J.-B.). — La réforme du régime des ports de commerce français. — Étude critique sur l'autonomie administrative à organiser en France. 183

HENRIET (J.). — La batellerie fluviale et la santé publique 189

— Les origines de l'industrie frigorifique. 191

RAZOUS (P.). — Utilisation des forces naturelles et la production de l'électricité. . 195

DE MARCHENA. — Locomotives électriques pour la traction des trains de marchandises et des trains à grande vitesse 203

POISSON. — Sur la forme des cours d'eau à fond mobile 220

REY (A.). — Les constructions modernes en béton armé. 223
WELSCH (J.). — Utilisation de la photographie en ballon dans les reconnaissances. 229
TISSOT (C.). — Sur la transmission d'un signal horaire par la télégraphie sans fil. 233
— Sur une classe de détecteurs d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques. 236
CHÉNEVEAU (C.). — Expériences sur l'arc électrique. 242
CHRÉTIEN (H.). — Un nouveau modèle de spectrohéliographe 255
MESLIN (G.). — Sur la dispersion de la lumière dans le vide et sur la température optique des étoiles. 266
GUILLOZ (Th.). — Focomètre à observation chromatique. 271
ROTHÉ (E.). — Franges d'interférences produites par les photochromies. — Nouveau mode de préparation des plaques sensibles pour la photographie interférentielle 275
HÉLITAS (G.). — Pyrhéliomètre enregistreur 281
HENRY (Ch.). — Psycho-biologie et énergétique, essai sur un principe de méthodes intuitives de calcul. 284
DAUZÈRE (C.). — Division cellulaire des liquides et des solides. 289
COTTON (A.). — Sur le dédoublement des corps inactifs par compensation obtenus par synthèse chimique. — Essais d'emploi de la lumière polarisée circulairement 296
DAUZÈRE (C.). — Surfusion dans des mélanges solides. 306
SEYOT (P.). — De l'emploi du gyroscope en aviation 312
COLSON (A.). — La mécanique chimique et la chimie pure. 317
HUGOUNENQ (L.) et MOREL (A.). — Contributions à l'étude de la constitution des matières protéiques 321
MOREL (A.), LESIEUR (Ch.) et MONOD (O.). — Recherches sur l'origine et la signification de l'urobiline 325
MOREL (A.) et MONOD (O.). — Recherches sur l'origine des hydrates de carbone urinaires (acide glucuronique en particulier). 326
MOREL (A.), MONOD (O.) et Mlle BELLION. — Recherches sur l'exactitude des dosages du pouvoir réducteur dans les liquides albumineux. 327
PERRIER (G.) et CAILLE (E.). — Formation d'isomères à point de fusion constant dans la réaction de Friedel et Crafts. 329
HUGUET. — Urologie technique. — Azote total 330
— Urologie technique 335
FOSSE (R.). — Propriétés nouvelles de l'oxhydryle de quelques alcools « aromatiques ». 344
HÉBERT (A.) et HEIM (F.). — La production de l'acide cyanhydrique chez « arum maculatum ». 352
BIGOURDAN. — Enquête relative aux tremblements de terre en France 354
BRUNHES (B.). — Sur l'installation d'un sismographe au Puy de Dôme 355
ANGOT (A.). — Sur l'organisation des observations sismologiques en France . . . 358
MENGEL (O.), — Aperçu sur la tectonique et la sismicité des pays catalans 359
KILIAN (W.). — La station sismique de Grenoble. 371
MARCHAND (E.). — Une loi générale sur les relations des phénomènes solaires avec ceux de la physique du globe terrestre 373
PLUMANDON (J.-R.). — Anomalies dans la température de l'air. — Coups de Froid. 386
— Variation séculaire de l'activité orageuse 388
DURAND-GRÉVILLE. — Les orages de 1903 et de 1904 392
GARRIGOU-LAGRANGE (P.). — Du rôle de l'évaporation à la surface du sol, les caves glacées de Pontgibaud. 402
PLUMANDON (J.). — Sur la nature et l'origine du vent. 406
GUILBERT (G.). — La diminution des pluies 412
RACLOT (le Chanoine V.). — Résumé de l'essai de prévision du temps à longue échéance. 418
— Inversions de la température. 420

JODOT (P.). — Note sur la faune conchyliologique des tufs quaternaires de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne) 425
VIGIER (A.). — Curieuse association de minéraux observée à Gévillat près Issoire. 431
MICHALIAS (R.). — 1° Sur des béryls prismatiques de gros volume, et pyramidaux de moyennes et petites dimensions, « muscowite palmé » . 435
— 2° Quartz réticulés, bruts et polis avec les cristaux d'uranite et de chalkolite fortement radio-actifs. 435
DAUZÈRE (C.). — Formation des colonnes de basalte 436
KILLIAN (W.). — Sur les « vallées glaciaires » 439
KILLIAN (W.) et REBOUL (P.). — Sur une faune néo-crétacée des régions antarctiques. 440
COMMONT (V.). — Les gisements paléolithiques de Saint-Acheul, coupe du quaternaire dans la vallée de la Somme (géologie et préhistoire) 454
BERTRAND (L.). — Esquisse de la structure et de l'histoire géologique des Pyrénées orientales et centrales 465
DE GROSSOUVRE. — Sur les sables granitiques 473
RAMOND (G.), COMBES (Paul) fils et MORIN (M.). — Études géologiques dans Paris et sa banlieue. — Note sur le gîte fossilifère du Guespel 476
GLANGEAUD (P.). — Les éruptions volcaniques le long de la grande dislocation houillère du Massif Central. 493
LERICHE (M.). — Sur les fossiles de la craie phosphatée de la Picardie à *Actinocamax quadratus* 494
MEUNIER (S.). — La morphologie du sol de l'Auvergne et le phénomène du creusement des vallées. 503
REGNAULT (E.). — A propos du *Vexillum Desglandei*, Rouault. 509
LAURENT (J.). — Cartes botaniques détaillées des territoires de Châlons-sur-Vesle, Chenay et Trigny 513
MARCHAND (E.) et BOUGET (J.). — L'influence des couches inférieures de nuages sur la distribution des végétaux en altitude dans les Pyrénées 518
GERBER (C.), COTTE (J.). — Une centaurée à essence d'amandes amères. 522
GERBER (C.). — Les présures et leurs anticorps naturels. 523
BERTRAND (C.-Eg.). — Sur des figures cristalloïdes et bacillaires qui se sont produites pendant l'altération de l'endosperme de quelques graines silicifiées. . . 524
FRIEDEL (J.). — Remarques sur le développement du pistil chez les malvacées. . 528
LIGNIER (O.). — Essai sur l'évolution morphologique du régime végétal 530
LEFÈVRE (J.). — Sur la nutrition amidée des plantes vertes. 542
PELOURDE (F.). — Note sur le genre fossile *Diplolabis* B. R. 544
LARUE (P.). — Les plantes dites spontanées dans les finages cultivés. 546
GATIN (C.-L.). — Polyspermie et Polyembryonie chez les palmiers. 548
PERRIN. — De l'influence des conditions extérieures de la sexualité des prothalles de polypodiacées 550
BILLIET (P.). — Un champignon destructeur des planchers, boiseries et bois de charpente *(Merulius lacrymans fries)* 553
ARGAUD et COCHET. — Rapports différents des deux pneumogastriques dans la région cervicale 558
ARGAUD. — Structure de l'épithélium amniotique au niveau de l'insertion placentaire du cordon ombilical 559
FORGEOT (E.). — Sur quelques dispositions des ganglions hémolymphatiques des ruminants. 560
ARGAUD. — Sur quelques particularités structurales de la grande azigos chez le bœuf 561
WINTREBERT (P.). — Sur la possibilité d'obtenir une forme intermédiaire entre l'axolotl et l'amblystome 562
OLIVIER (E.). — Sur l'organisation des lampyrides 573
POIRIER (J.). — Trématodes parasites de l'éléphant d'Afrique. 581
BOUNHIOL (J.). — Une nouvelle enveloppe protectrice du thermomètre enregistreur sous-marin de J. Richard. 583

MAIGNON (F.). — Du rôle des graisses dans la glycogénie, application au traitement du diabète. 586
— Influence des saisons et de la sexualité sur la glycogénie. . . . 594
SELLIER (J.). — Sur l'action protéolytique et présurante des sucs digestifs des animaux invertébrés. 596
LEFÈVRE (J.). — Sur les grandeurs de l'énergie physiologique. 600
PIÉRON (H.). — Le sens chimique des limnées 603
GLEY (E.). — Contribution à l'étude du mécanisme de l'immunité de l'action du sérum de torpille sur le système nerveux des animaux immunisés contre ce sérum. 608
BOHN (G.). — Les rythmes vitaux chez les actinies 613
COMBAULT (A.). — Différence de coloration du sang artériel et du sang veineux sur les coupes. 620
LAUBY (A.). — Des modifications que subissent les diatomées d'eau douce sous l'action des eaux minérales. 621
KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Le déplacement de l'homme dans l'espace comparé avec celui des oiseaux et des insectes 622
Discussion : M. Ch. PÉREZ 625
MAYET (L.). — Les mammifères miocènes du centre de la France. (Faunes paléomammalogiques des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine) 626
Discussion : M. Marcel BAUDOUIN 633
COMMONT (V.). — L'industrie de l'âge du Renne dans la vallée de la Somme. — Fouilles à Belloy-sur-Somme. 634
Discussion : M. BAUDOUIN. 642
REGNAULT (F.). — Action du muscle temporal sur la forme du crâne. 643
MARIGNAN (E.). — Présentation de silex d'une station flénusienne du Gard. . . . 647
COUTIL (L.). — Exploration et restauration du tumulus de Fontenay-le-Marmion (Calvados). 651
— Allée couverte de Saint-Symphorien du Teilleul (Manche) 654
Discussion : M. BAUDOUIN 657
CLASTRIER (S.). — Les fouilles de l'habitat ligure « le pain de sucre » à Marseille. 658
— La céramique antique : doit-on, en reconstituant les vases brisés, en les réparant, les porter à l'état de neuf 660
CHARVILHAT (G.). — De quelques survivances paléolithiques dans l'industrie néolithique des plateaux de Gergovia et de Corent 662
CHERVIN (A.). — Étude des asymétries et des déformations à l'aide des photographies métriques sur fond réticulés par la méthode dite de retournement . . . 664
MÜLLER. — Station néolithique et gallo-romaine de la grotte du Trou-aux-Loups, à la Buisse (Isère) 669
JULLIEN et MÜLLER. — Fouille d'une grotte funéraire dans les Balmes d'Auriolles, canton de Joyeuse (Ardèche) 678
DELORT (J.-B.). — Station préhistorique des Augerons (près Cosne, Nièvre) . . . 679
DALLONI (M.). — Sur quelques gisements de silex taillés des vallées de la Dordogne et de la Vézère. 680
CHANTRE (E.). — 1° L'âge de la pierre dans la Berbérie orientale, Tripolitaine et Tunisie. 686
— 2° Les peuples de la Berbérie orientale 689
PEYRONY (D.). — Station du Ruth, près le Moustiers (Dordogne), superposition du Solutréen à l'Aurignacien 689
BOUCHEREAU (A.). — Note sur l'anthropologie de l'Auvergne. 692
MAYET (L.). — Anthropologie médicale. — Le crétinisme et le goitre endémiques en France : plus particulièrement dans les Alpes françaises 701
LEROY (J.). — A propos de l'homme tertiaire, note sur la soi-disant rétractation de l'abbé Bourgeois. 712
COTTE (Ch.) et CHAIX (A.). — La caverne de l'Adaouste (Fouilles archéologiques, 1907-1908). 714

COLLOT. — Poteries d'origine italique dans les Bouches-du-Rhône 725
MARTIN (H.). — La faune moustérienne de la Quina 727
SICARD (G.). — Sépultures et cimetières antiques du département de l'Aude . . . 730
AYMAR (A.). — Nouvelle hypothèse sur l'usage des bâtons de commandement . . 743
— Stéréotomie préhistorique ou l'art de tailler la pierre à l'époque chelléenne 746
BOURGEADE (E.). — 1° Découverte gallo-romaine à Antignac (Cantal) 750
— 2° Découverte d'une nécropole franque à Sauronnet (Antignac) 751
DEYDIER (M.). — La vallée du Largue paléolitique 751
GAUCHER (le Professeur). — Du concours apporté à la pathologie par la Chimie et et par la Physique 759
LÉVY-BING. — L'intoxication mercurielle d'origine thérapeuthique 764
Discussion : M. BIZARD 764
REBLAUD. — Contribution à l'étude de la syphillis tertiaire des os longs 767
CARTAZ (A.). — La toxicologie dans les drames de Shakespeare 772
HUGEL (G.). — Quelques résultats d'études expérimentales sur la syphilis faites à la clinique 783
PIOGEY. — De la fièvre. — Sa physiologie pathogénique 786
ROBIN (le Professeur). — Élimination de la chaux et de la magnésie aux différentes périodes de la phtisie pulmonaire, ainsi que dans la période prétuberculeuse . 790
NICOLAS (Ad.). — Sur la radioactivité des eaux thermales de la Bourboule 797
COYON (A.) et DOMINICI (H.). — Purpura généralisé d'origine tuberculeuse. — Présence de pigment ferrique dans la peau 800
ROSTAINE (P.) et DESMOULIÈRES (A.). — Urémie mortelle chez un psoriasique a la suite d'un traitement mercuriel prolongé 804
MASOTTI. — Traitement des dermatoses par la petite chirurgie et les agents physiques 809
PERRIER (G.). — Sur le mode d'action des purgatifs salins 820
TEISSIER (le Professeur) et ARLOING (F.). — Contribution expérimentale à la pathogénie de l'albuminurie prétuberculeuse 822
CLARET (M.). — Reminéralisation chlorurée des tuberculeux et tension artérielle. 825
GILLOT (V.). — Pseudo-coxalgie méditerranéenne 829
FIESSINGER (N.). — Cirrhoses toxiques après injections d'hémolysines et de cytotoxines hépathiques 832
FIESSINGER (N.) et ABRAMI (P.). — Les hématies granuleuses dans les ictères de l'adulte 841
LOUSTE. — Leucoplasie hyperkératosante, papillome et épithélioma lingual guéris actuellement par le radium (méthode de Dominici) 848
FABRE (G.). — Calcul et conservation indéfinie de la radio-activité des eaux minérales 851
BIZARD (L.). — Considérations générales et critiques sur le traitement chirurgical et physiothérapique du cancer 855
JUGE. — Chirurgie du cancer et fulguration 859
Discussion : MM. RAPPIN, DOMINICI, GUILLOZ 861
— et KEATING-HART 862
RAOULT-DESLONGCHAMPS. — Sur l'action thérapeutique des rayons X 863
FRÉDET. — Action du bain de Royat sur la peau saine et malade 867
LOUSTE. — Le traitement des néphrites chez les syphilitiques 869
Discussion : MM. TEISSIER, LÉPINE, JAVAL, BIZARD 869
— PERNET, MANQUAT, LOUSTE 870
— et JAVAL 871
MAURIN (E.). — Note sur un cas de néphrite syphilitique secondaire aiguë 871
GAUCHER (le Professeur). — Action préventive du mercure dans la syphilis . . . 875
Discussion : MM. PERNET 875
— LOUSTE, BIZARD 876
— et GAUCHER 877

REGNAULT (Félix). — Une collection de terres cuites pathologiques à l'époque alexandrine 878
— L'œuvre pathologique des coroplastes de Smyrne 884
GRÉHANT (N.). — Anesthésie des animaux par le chlorydrate de morphine et une faible dose de vapeurs de chloroforme. 894
BILLARD (G.). — Essais d'opothérapie anticancéreuse 895
BILLARD (G.) et MALTET. — Sérothérapie contre la fièvre des foins. 898
RAPPIN. — Nouvelle contribution à l'étude de la vaccination et de l'immunisation antituberculeuse. 899
BLUM (P.). — L'hystéricisme-diathèse 905
— Un cas d'amotilité générale intermittente d'origine psychique simulant la maladie de Thomsen 908
MENCIÈRE (L.). — Technique et résultats de la phénolisation et de la phénopuncture dans les tuberculoses osseuses et articulaires. 910
CADE (A.), MOREL (A.) et ROUBIER (Ch.). — Quelques observations sur le sang des tuberculeux et des cancéreux. — Résistance globulaire, dosage des albumines coagulables du sérum 920
THOMAS. — Le bain carbo-gazeux artificiel dans le traitement de la fièvre typhoïde 924
AGASSE-LAFONT (E.) et HEIM (F.). — Les réactions hématiques du saturnisme latent. 925
BARJON. — Discours d'ouverture 935
MALLY. — Les amyotrophies réflexes d'origine articulaire. 937
Discussion : MM. GUILLOZ 937
— et ZIMMERN 938
ARCELIN (F.). — Quelques perfectionnements dans la technique radiographique. — Présentation de deux appareils. 939
NOGIER (Th.). — Soupape cathodique à flamme servant de rhéostat 949
— Pince radiographique localisatrice. 951
ZIMMERN (A.) et TURCHINI (S.). — Les actions thermiques des courants de haute fréquence 952
LABEAU (R.). — La radiothérapie dans quelques affections de la moelle 956
NOGIER (Th.). — Nouveaux résultats éloignés de la radiothérapie 962
BOUCHACOURT (L.). — De l'action atrophiante des rayons de Rœntgen chez la femme, sur les glandes mammaires, en dehors de la lactation. — Observation clinique. 966
JEAN (Francis). — Indications des inlays céramiques et métalliques 971
THEUVENY (L.). — L'état histologique des follicules dentaires chez les embryons, fœtus et nouveau-nés, dans les cas d'infection conceptionnelle (syphilis, tuberculose, alcoolisme). 978
BARDEN (A.). — L'angine d'origine dentaire 992
GODON (Ch.). — Application de la méthode de reconstitution de l'équilibre articulaire au traitement des irrégularités dentaires, force intermaxillaire et plan incliné 1000
BACHELET (Mlle). — Étude sur la thermométrie buccale 1009
CRAMER (H.-Em.). — Étude sur les relations entre l'irritation gingivo-dentaire et l'eczéma régional de l'adulte 1012
— Névralgie oculaire d'origine dentaire 1019
GAUDRON (Ch.). — Le coryloforme, anesthésique général 1030
HEIM (F.). — Allocution 1035
BRIOT (F.). — De l'utilité de la création de jardins alpins dans le Massif Central en vue de la propagation des meilleures plantes fourragères de montagnes. . . . 1035
Discussion : MM. HEIM 1040
— GILLIN et REIGNER 1041
REYNARD (J.). — La question sylvo-pastorale dans le département du Puy-de-Dôme 1041
Discussion : M. DESCOMBES. 1047

MESTAS. — La race bovine ferrandaise. 1047
DECHAMBRE et GINIÉIS. — Du sucre dans l'engraissement des bœufs 1047
GINIÉIS (J.). — Le sucre dans l'alimentation des jeunes veaux. 1051
GILLIN (P.). — Considérations sur l'origine et les aptitudes de la race bovine ferrandaise. 1054
GINIÉIS. — Conservation et utilisation des sarments de vigne desséchés 1059
CHUDEAU (R.). — Les bœufs du nord du Tchad. 1061
MOROT (Ch.). — Nécessité de remédier à l'insuffisance numérique du bétail et au renchérissement consécutif de la viande. 1063
AVIGNON. — La mutualité agricole dans la région du centre. 1074
LAURENT (J.). — Dans quelle mesure l'étude de la flore spontanée peut-elle fournir des indications pour l'établissement des cartes agronomiques 1075
Discussion : M. DE WILDEMAN. 1075
LEVAT (D.). — Traitement mécanique des écorces pour l'extraction du caoutchouc. 1075
Discussion : M. HEIM 1079
DE WILDEMAN et HEIM. — Présentation de planches relatives à un travail sur les plantes caoutchoucifères 1079
Discussion : MM. DE WILDEMAN, CHEVALIER, LEVAT et HEIM. 1080
CHEVALIER (A.). — L'avenir du « Funtumia elastica, Stapf ». 1080
LOIR (A). — La dourine au Canada 1082
Discussion : MM. LECOQ et HEIM 1088
CHAVASTELON (R.). Note sur l'industrie laitière dans le Puy de Dôme 1089
BLARINGHEM (L.). — L'amélioration des céréales d'Auvergne. 1093
GENESTE. — Des orges de brasserie en Auvergne. 1104
DESANGES (A.). — Les blés durs d'Auvergne. Leur emploi dans l'industrie des semoules et des pâtes alimentaires. 1108
CHALON (Ch.). — Contribution à l'histoire de l'implantation de l'industrie sucrière dans la Limagne d'Auvergne 1115
CHAVASTELON (R.). — Pommes d'Auvergne et pommes à cidre de Normandie cultivées en Auvergne. 1125
LAYÉ (D.). — La culture fruitière en Auvergne. 1127
— La confiserie de fruits d'Auvergne 1138
AUREGGIO (E.). — Ferrures d'été et d'hiver. — Amélioration du sort des maréchaux 1138
Discussion : M. LARUE 1151
CHRISTOPHLE (F.). — La viticulture en Auvergne 1151
VEYRET (J.). — Prairies et pâturages. — Topographie agricole et climat 1162
ROLLEY (P.). — Les améliorations foncières en Auvergne 1173
Discussion : MM. LARUE, SAGNIER et REYNARD. 1182
DECHAMBRE (P.), HÉBERT (A.) et HEIM (F.). — La pulpe de défibrage du Henequen (Agave rigida var sisalana). — Composition chimique. — Usages possibles pour l'industrie et l'alimentation du bétail. — Applications à la fumure des plantations du Henequen. 1182
LARUE (P.). — Engrais en bordure forestière. 1193
Discussion : M. HEIM 1194
POUGET (J.) et CHOUCHACK (D.). — Relations entre la fertilité du sol et l'acide phosphorique soluble dans l'eau 1195
LADUREAU (A.). — La paille de bois en horticulture. 1199
CHEVALIER (A.). — Les bois commerciaux de l'Afrique occidentale française. . . . 1202
LOIR (A.), — L'exercice de la médecine dans la province de Québec 1203
HENROT. — Des moyens d'arrêter la déchéance sociale de l'enfant 1209
HENRIET (J.). — Socialisme d'état. — Nécessité d'organiser une comptabilité commerciale régulière et permanente des profits et pertes, pour chacun des établissements industriels exploités par le Gouvernement, par les départements et par les municipalités. 1214
GALLOIS (P.). — Les réformes de l'enseignement secondaire et les associations de parents d'élèves 1219

PETIT (A.). — L'enseignement scolaire des devoirs de protection et d'assistance envers les animaux 1224
GROLLET (Ch.). — L'enseignement des devoirs de protection et d'assistance à l'égard des animaux 1227
BÉRILLON (Mlle L.). — L'éducation attrayante. 1232
BERTHET (Mlle). — La collaboration de la famille et de l'école dans l'éducation . . 1237
BEAUVISAGE (G.). — Les classes de perfectionnement pour enfants anormaux dans les écoles publiques de Lyon 1241
GRANDVILLIERS (L.) et COURJON (A). — Sept années de pratique du traitement médico-pédagogique des enfants anormaux 1251
MICHALIAS (R.). — Études sur le dialecte roman du Livradois, poésies et essai de grammaire 1259
NICOLAS (Ad.). — La langue internationale : sabirisme et sémantisme au point de vue mnémonique 1260
BOSTEAUX-PARIS (Ch.). — De l'utilité des monographies communales. 1268
LARUE (P.). — Semaines d'entraînement dans les universités 1270
DESNOYERS (P.). — L'écriture, son influence sur les déformations scolaires et sur le développement de l'attention. 1271
ARLOING (le Professeur). — Allocution 1277
CALMETTE (A.) et ROLANTS (E.). — Rôle de la fosse septique (septic tank) dans l'épuration biologique des eaux d'égout 1279
BEZAULT (B.). — Du rôle de la fosse septique dans l'épuration biologique' 1286
Discussion : MM. GAUTREZ. 1297
— CALMETTE, BEZAULT, TISON, RABIEAUX, ARLOING, VIGENAUD, HOCQUART, MARTEL 1298
— HENROT, VAUDREY et CALMETTE 1299
BILLARD (G.) et BRUYANT (Ch.). — Du rôle des algues vertes dans l'épuration des eaux. 1299
Discussion : M. CALMETTE 1302
GRASSET (E.). — Travaux d'hygiène de la ville de Riom. — Eau potable 1303
DE MONTRICHER (H.). — Traitement et utilisation des produits du nettoiement urbain. 1311
Discussion : M. VAUDREY 1316
CHAVASTELON (le Professeur). — Conclusion de son rapport sur la laiterie en Auvergne 1317
Discussion : MM. TISON, RÉGNIER, MARTEL, CALMETTE 1317
— GILLIN, DE MONTRICHER et ARLOING. 1318
PORCHER, PÉHU et PORTE. — De l'approvisionnement des grandes villes en lait . . 1318
Discussion : MM. GAUTREZ, VIGENAUD, ARLOING, MARTEL 1318
— CALMETTE et PORCHER. 1319
BERTIN-SANS (H.), IMBERT (H.), MOYE, BELUGOU, BLAUFUS et BERNIS. — Organisation d'un contrôle officieux du lait à Montpellier : Résultats obtenus. 1319
PORCHER. — Le contrôle de la production du lait. 1326
ARLOING (S.). — Nécessité de l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait. 1326
Discussion : MM. VIGENAUD, RABIAUX, GAUTREZ, CHAVASTELON, CALMETTE, L. DANGUY ARLOING, IMBERT. 1333
MARTEL, TACHET et PITIOT. 1334
PÉHU. — Les gouttes de lait telles qu'on les comprend en France 1334
Discussion : M. ARLOING 1342
ATTAIX. — Des gouttes de lait; de l'organisation à leur donner pour en faire un facteur d'hygiène social. 1342
BROQUIN (A.). — Du rôle typhoïgène de l'eau alimentaire. 1349
MICHEL. — Étiologie de la fièvre typhoïde, épidémie de l'Arbresle : (Septembre-Décembre 1907) 1351
PETIT (L.). — Fièvre typhoïde 1353
Discussion : MM. GAUTREZ, BEZAULT. 1354
VAUDREY, VIGENAUD, ROUVEIX et LOIR 1355

RODET (A.) et BERTIN-SANS (H.). — Des rapports entre la fièvre typhoïde et l'alimentation en eau dans les villes de l'Hérault et les départements voisins. . . . 1355
RODET (A.), RIMBAUD (L.) et Mlle RUBINSTEIN. — Recherches bactériologiques sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde. 1361
Discussion : MM. VIGENAUD. 1369
HOCQUART, ARLOING, TISON et HENROT 1370
LOIR (A.). — La dourine au Canada 1371
Discussion : MM. AUREGGIO, RABIEAUX et ARLOING. 1372
VIGENAUD. — Sur l'assistance aux tuberculeux 1372
Discussion : MM. GAUTREZ, ARLOING. 1372
DE MONTRICHER et ROLANTS. 1373
CARTERET (M.). — Un procédé de désinfection par une réaction thermochimique . 1373
AUGER (P). — Conservation des pommes pour la confiserie 1375
Discussion : MM. VIGENAUD, LOIR, AUGER, TISON. 1375
GAUTREZ, RABIEAUX et ARLOING. 1376
REY (A.). — Comment chauffer les habitations populaires. — Chauffage central par groupes d'immeubles. 1376
AUREGGIO (E.). — Des viandes au point de vue de l'hygiène. — Étude documentaire sur les maladies contagieuses, les fraudes et l'hygiène de la viande et du lait, destinés à l'alimentation publique et aux soldats. 1380
MOROT (Ch.). — Du contrôle de la salubrité et de la qualité de l'alimentation carnée des soldats. 1398
Discussion : MM. HOCQUART, PADER, RABIEAUX, HENROT, GROLLET, AUREGGIO et ARLOING. 1403
VIGENAUD (E.). — La question des eaux à Clermont-Ferrand. 1403
Discussion : MM. HENROT, GAUTREZ, DE MONTRICHER. 1404
REY (A.), PETIT, GAUTREZ, ARLOING 1405
GRÉHANT et RAPPIN 1406
GRÉHANT (le Professeur N.). — Toxicologie ; 1° Action de l'hydrogène sulfuré ; 2° Action de l'acide carbonique 1407
RAPPIN et VANEY. — Recherches bactériologiques sur la diphtérie aviaire. 1408
Discussion : MM. GRASSET, RABIEAUX 1409
et ARLOING 1410
GRASSET. — L'hématozoaire du goitre 1411
SUAREZ DE MENDOZA (F.). — Sur la nécessité d'armer la femme (enfant, jeune fille, mère) pour la lutte contre les grands fléaux du XXe siècle. 1413
FRANCHET (L.). — La céramique émaillée pendant le moyen âge. 1422
VILLARET (J.). — Les évangiles apocryphes, source partielle de l'art chrétien. . . 1431

MÉMOIRES PUBLIÉS HORS VOLUME

HENRIET (J.). — Les transports par voies fluviales et par voies ferrées. — Comparaison des tarifs commerciaux en usage, avec les frais de construction et d'entretien pour l'exploitation.
COURTY (G.) et HAMELIN (L.). — Géologie du bassin de Paris.
DENIKER (J.). — La taille en Europe (les Finéo-Ougriens).
BAUDOUIN (M.). — Découverte, fouille et étude du souterrain-refuge du Moulin-Neuf à La Roche-sur-Yon (Vendée).
CARTON (L.). — Fouilles exécutées en Tunisie en 1907.
EMERY et LACAPÈRE. — Parallèle des accidents de la syphilis et des accidents du traitement mercuriel.
HENRIET (J.). — Les armoiries de la France.

TABLE ANALYTIQUE

Abrami et **Fiessinger** (N.). — Les hématies granuleuses dans les ictères de l'adulte, p. 841.
Acide carbonique (Action de l'), p. 1407.
—— *cyanhydrique*, p. 352.
—— *phosphorique*, p. 1195.
Actinies, p. 613.
Actinocamax quadratus, p. 4.4.
Action protéolytique, p, 596.
—— *du sérum*, p. 608.
—— *des eaux minérales*, p. 621.
—— *des purgatifs salins*, p. 820.
—— *préventive du mercure* dans la syphilis, p. 875.
Adaouste (Caverne de), p. 714.
Affections de la moelle, p. 956.
Afrique (Éléphant d'), p. 580.
—— *occidentale*, p. 1202.
Agasse-Lafont et **Heim.** — Les réactions hématiques du saturnisme latent, p. 925.
Age du renne, p. 634.
Agricole (Mutualité), p. 1074.
—— (Topographie), p. 1162.
Air (Température de l'), p. 386.
Albumines (Dosage des), p. 920.
Albumineux (Liquides), p. 327.
Albuminurie, p. 822.
Alcools aromatiques, p. 344.
Alexandrine (Époque), p. 878.
Algues vertes, p. 1299.
Alimentation des jeunes veaux, p. 1051.
—— (Eaux d'). p. 1349.
—— *en eau*, p. 1355.
—— *publique*, p. 1380.
— — *carnée*, p. 1398.
Allée couverte, p. 654.
Alpes françaises, p. 701.
Alpins, p. 1035.
Altitude (Distribution des végétaux en), p. 518.
Amandes amères, p. 522.
Amblystome, p. 562.
Amidée (Nutrition), p. 542.
Amotilité générale, p. 908.
Amyothrophies, p. 937.
Analyse type pr., p. 335
Anesthésie des animaux, p. 894.
Anesthésique, p. 1030.
Angine, p. 992.
Angot (Alfred). — Sur l'organisation des observations sismologiques en France, p. 358.
Animaux invertébrés, p. 596.
—— *immunisés*, p. 608.
—— (Anesthésie des), p. 894.
Anomalies de la température, p. 386.
Anormaux (Enfants), pp. 1241-1251.
Antarctiques (Régions), p. 440.
Anthropologie de l'Auvergne, p. 692.
—— *médicale*, p 701.
Anticancéreuse (Opothérapie), p. 895.
Anticorps naturels, p. 523.
Antignac (Cantal), p. 750.
Antituberculeuse (Immunisation), p. 899.
Arc électrique, p. 242.
Arcelin (Fabien). — Quelques perfectionnements dans la technique radiographique, présentation de deux appareils, p. 939.
—— Radiographie des voies urinaires, p. 944.
Archéologiques (Fouilles), p. 714.
Argaud. — Structure de l'épithelium amniotique au niveau de l'insertion placentaire du cordon ombilical, p. 359.
—— Sur quelques particularités structurales de la grande azigos chez le bœuf, p. 561.
—— et **Cochet.** — Rapports différents des deux pneumogastriques dans la région cervicale, p. 558.
Arloing (le Professeur S.). — Allocution, p. 1277.
—— Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298.
—— —— sur la laiterie en Auvergne, p. 1318.
—— —— sur l'approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318.
—— Nécessité de l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1326.
—— Discussion sur les gouttes de lait telles qu'on les comprend en France, p. 1342.
—— —— des recherches sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.

—— —— sur la Dourine au Canada, p. 1372.
—— —— sur la conservation des pommes en confiserie, p. 1376.
—— —— sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
—— —— sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1405, 1406.
—— —— sur les recherches bactériologiques sur la diphtérie aviaire, p. 1410.
Arloing (Fernand) et **Teissier** (J.). — Contribution expérimentale à la pathogénie de l'albuminurie prétuberculeuse, p. 822.
Armand. — Améliorations de la navigabilité du Rhône, p. 98.
Armoiries de France, (Hors volume).
Art de tailler la pierre, p. 746.
—— *chrétien*, p. 1431.
Artériel et veineux (sang), p. 620.
Artérielle (Tension), p. 825.
Articulaires (Tuberculoses), p. 910.
—— (Amyotrophies d'origine), p. 937.
Arum Maculatum, p. 352.
Assistance envers les animaux, p. 1224.
—— à l'égard des animaux, p. 1227.
—— au tuberculeux, p. 1372.
Astres du système solaire, p. 1.
Astronomie (Sur l'enseignement de l'), p. 76.
Asymétries (Études des), p. 664.
Attaix. — Des gouttes de lait ; de l'organisation à leur donner pour en faire un facteur d'hygiène social, p. 1342.
Attention (Développement de l'), p. 1271.
Aude, p. 730.
Auger (Paul). — Conservation des pommes pour la confiserie, p. 1375.
Augerons (Nièvre), p. 679.
Aureggio (E.). — Ferrures d'été et d'hiver. Amélioration du sort des maréchaux, p. 1138.
—— Discussion sur la Dourine au Canada, p. 1372.
—— Des viandes au point de vue de l'hygiène. Étude documentaire sur les maladies contagieuses, les fraudes et l'hygiène de la viande et du lait destinés à l'alimentation publique et aux soldats, p. 1380.
—— Discussion sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
Aurignacien (Superposition du solutréen à l'), p. 689.
Auvergne (Sol de l'), p. 503.
—— (Anthropologie de l'), p. 692.
—— (Céréales d'), p. 1093.
—— (Blés durs d'), p. 1108.
—— (Limagne d'), p. 1115.
—— (Pommes d'), p. 1125.
—— (Culture fruitière en), p. 1127.
—— (Confiserie de fruits d'), p. 1138.
—— (Viticulture en), p. 1151.
—— (Améliorations foncières en), p. 1173.
Aviaire (Diphtérie), p. 1408.
Aviation (Gyroscope en), p. 312.
Avignon. — La mutualité agricole dans la région du centre, p. 1074.
Axolotl, p. 562.
Aymar (A.). — Nouvelle hypothèse sur l'usage des bâtons de commandement, p. 743.
—— Stéréotomie préhistorique ou l'art de tailler la pierre à l'époque chelléenne, p. 746.
Azote total, p. 330.
Bachelet (M^lle^). — Étude sur la thermométrie buccale, p. 1009.
Bacillaires (Figures), p. 254.
Bactériologiques (Recherches), p. 1361.
Bain, pp. 867, 924.
Ballon (Utilisation de la photographie en), p. 229.
Balmes d'Auriolles (Ardèche), p. 678.
Barden (A.). — L'angine d'origine dentaire, p. 992.
Barjon. — Discours, p. 935.
Basalte (Colonnes de), pp. 289, 336.
Bassin de Paris (Hors volume).
Bateaux (Élévateurs à), p. 120.
Batellerie fluviale, p. 189.
Bâtons de commandement, p. 743.
Baudouin (M.). — Discussion sur les mammifères miocènes, p. 633.
—— —— Sur l'industrie de l'âge du Renne, p. 642.
—— —— Sur l'allée couverte de Saint-Symphorien-du-Teilleul, p. 657.
—— —— Sur les survivances paléolithiques, p. 664.
—— —— Sur une grotte funéraire, p. 679.
—— Souterrain-refuge du Moulin-Neuf, (Hors volume).
Beauvisage (G.). — Les classes de perfectionnement pour enfants anormaux dans les écoles publiques de Lyon, p. 1241.
Bellion (M^lle^), **Morel** (A.) et **Monod** (O.). — Recherches sur l'exactitude des dosages du pouvoir réducteur dans les liquides albumineux, p. 327.
Belloy-sur-Somme, p. 634.
Belot (E.). — Formules nouvelles donnant pour les astres du système solaire, leur durée de rotation, leur distance au centre et leur inclinaison d'axe, p. 1.
—— Essai de cosmogonie tourbillonnaire, p. 55.
Belugou, **Bertin-Sans** (H.), **Imbert**, (H.), **Moye**, **Blaufus** et **Bernis**. — Organisation d'un contrôle officieux

du lait à Montpellier. — Résultats obtenus, p. 1319.
Berbérie orientale, Tripolitaine et Tunisie, p. 686.
Bérillon (Mlle Lucie). — L'éducation attrayante, p. 1232.
Bernis, **Bertin-Sans** (H.), **Imbert** (H.), **Moye**, **Belugou** et **Blaufus**. — Organisation d'un contrôle officieux du lait à Montpellier. — Résultats obtenus, p. 1319.
Berthet (Mlle). — La collaboration de la famille et de l'école dans l'éducation, p. 1237.
Bertin-Sans (H.), **Imbert** (H.), **Moye**, **Belugou**, **Blaufus** et **Bernis**. — Organisation d'un contrôle officieux du lait à Montpellier. — Résultats obtenus, p. 1319.
—— et **Rodet** (A.). — Des rapports entre la fièvre typhoïde et l'alimentation en eau dans les villes de l'Hérault et des départements voisins, p. 1355.
Bertrand (C.-Eg.). — Sur des figures cristalloïdes et bacillaires qui se sont produites pendant l'altération de l'endosperme de quelques graines silicifiées, p. 524.
Bertrand (Léon). — Esquisse de la structure et de l'histoire géologique des Pyrénées orientales et centrales, p. 464.
Béryls prismatiques et pyramidaux, p. 435.
Bétail (Insuffisance numérique du), p. 1063.
Béton armé, p. 223.
Bezault (B.). — Du rôle de la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1286.
—— Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298.
—— —— sur la fièvre typhoïde, p. 1354.
Bigourdan. — Enquête relative aux tremblements de terre en France, p. 354.
Billard (G.). — Essais d'opothérapie anticancéreuse, p. 895.
—— et **Maltet**. — Sérothérapie contre la fièvre des foins, p. 898.
—— et **Bruyant** (Ch.). — Du rôle des algues vertes dans l'épuration des eaux, p. 1299.
Billiet (P.). — Un champignon destructeur des planchers, boiseries et bois de charpente *(Merulius Lacrymans Fries)*, p. 553.
Bimagiques (Étoiles), p. 79.
Biologique (Épuration), p. 1286.
Bizard (L.). — Discussion sur l'intoxication mercurielle d'origine thérapeutique, p. 764.
—— Considérations générales et critiques sur le traitement chirurgical et physiothérapique du cancer, p. 855.
—— Discussion sur le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 869.
—— —— sur l'action préventive du mercure dans la syphilis, p. 876.
Blaringhem (L.). — L'amélioration des céréales d'Auvergne, p. 1093.
—— Discussion sur l'industrie sucrière dans la Limagne d'Auvergne, p. 1125.
Blaufus, **Bertin-Sans** (H.), **Imbert** (H.), **Moye**, **Belugou** et **Bernis**. — Organisation d'un contrôle officieux du lait à Montpellier. Résultats obtenus, p. 1319.
Blés durs, p. 1108.
Blondel (A.). — Sur le projet de transport d'énergie du Rhône à Paris de MM. Blondel, Harlé et Mähl, p. 111.
Blum (Paul). — L'hystéricisme-diathèse, p. 905.
—— Un cas d'amotilité générale intermittente d'origine psychique, simulant la maladie de Thomsen, p. 908.
Bœuf (Grande azygos chez le), p. 561.
Bœufs, p. 1047, 1061.
Bohn (Georges). — Les rythmes vitaux chez les Actinies, p. 613.
Boilève (V.). — Les canaux d'irrigation dérivés du Rhône, p. 154.
—— Le canal latéral à la Loire, p. 155.
Bois de charpente (Champignon destructeur du), p. 553.
—— (Paille de), p. 1199.
—— commerciaux, p. 1202.
Boiseries (Champignon destructeur de), p. 553.
Bolides (Un catalogue de 25), p. 49.
Bosteaux-Paris (Ch.). — De l'utilité des monographies communales, p. 1268.
Botaniques (Cartes), p. 512.
Bouchacourt (L.). — De l'action atrophiante des rayons de Rœntgen chez la femme sur les glandes mammaires en dehors de la lactation. — Observation clinique, p. 966.
Bouchereau (A.). — Note sur l'anthropologie de l'Auvergne, p. 692.
Bouches-du-Rhône, p. 725.
Bouget (J.) et **Marchand** (E.). — L'influence des couches inférieures de nuages sur la distribution des végétaux en altitude dans les Pyrénées, p. 518.
Bounhiol (J.). — Une nouvelle enveloppe protectrice du thermomètre enregistreur sous-marin de J. Richard, p. 583.
Bourboule (La), p. 797.
Bourgeade (E.). — Découverte gallo-romaine à Antignac (Cantal), p. 750.
—— Découverte d'une nécropole franque à Sauronnet (Cantal), p. 751.
Bourgeois. (Soi-disant rétractation de l'Abbé), p. 712.

Boutin (A.). — Développement de $\sqrt{N}$ en fraction continue et résolution des équations de Fermat, p. 18.
Bovine (Race), p. 1054.
Brasserie (Orges de), p. 1104.
Briot (F.). — De l'utilité de la création des jardins alpins dans le Massif Central, en vue de la propagation des meilleures plantes fourragères de montagne, p. 1035.
Broquin (A.). — Du rôle typhoïgène de l'eau alimentaire, p. 1349.
Brosse (R. de La). — Aménagement de l'énergie du Haut-Rhône, en vue de l'alimentation de Paris, p. 168.
Brunhes (B.). — Installation d'un sismographe au Puy-de-Dôme, p. 355.
Bruyant (C.). — Épuration des eaux, p. 1299.
Buccale (Thermométrie), p. 1009.
Cade (A.), **Morel** (A.) et **Roubier** (Ch.). — Quelques observations sur le sang des tuberculeux et des cancéreux. Résistance globulaire. Dosage des albumines coagulables du sérum, p. 920.
Caille (E.) et **Perrier** (G.). — Formation d'isomères à point de fusion constant dans la réaction de Friedel et de Crafts, p. 329.
Calcul (Méthodes intuitives de), p. 284.
Calmette (A.) et **Rolants** (E.). — Rôle de la fosse septique (septic tank) dans l'épuration biologique des eaux d'égout, p. 1279.
—— Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298, 1299.
—— —— sur les algues vertes et l'épuration des eaux, p. 1302.
—— —— sur la laiterie en Auvergne, p. 1317.
—— —— sur l'approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1319.
—— —— sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1333.
Canada (La dourine au), p. 1371, 1082.
Canal des Deux-Mers, p. 158.
—— *latéral au Rhône*, p. 120.
—— *à la Loire*, p. 155.
Canaux d'irrigation, p. 154.
—— *du Berry*, p. 164.
Cancer, p, 855, 859.
Cancéreux (Sang des), p. 920.
Caoutchoucifères (Plantes), p. 1079.
Carbo-gazeux (Bain), p. 924.
Cartaz (A.). — La toxicologie dans les drames de Shakespeare, p. 772.
Carteret (M.). — Un procédé de désinfection par une réaction thermochimique, p. 1373.
Cartes botaniques, p. 512.
Carton (L.). — Fouilles exécutées en Tunisie en 1907, (Hors volume).
Catalans (Pays), p. 359.
Catalogue de vingt-cinq bolides, p. 49.
Cathodique (Soupape), p. 949.
Caverne, p. 714.
Caves glacées, p. 402.
Celle-sous-Moret (Tufs quaternaires de), p. 425.
Centaurée à essence d'amandes amères, p. 522.
Centre de la France, p. 626.
—— (Région du), p. 1074.
Céramique antique, p. 660.
—— émaillée, p. 1423.
Céramiques (Inlays), p. 971.
Céréales, p. 1089.
Chaix (A.) et **Cotte** (Ch.). — La caverne de l'Adaouste (Fouilles archéologiques), p. 714.
Chalkolite (Cristaux de), p. 435.
Chalon (Charles). — Contribution à l'histoire de l'implantation de l'industrie sucrière dans la Limagne d'Auvergne, p. 1115.
Chalons-sur-Vesle, *Chenay* et *Trigny* (Cartes botaniques de), p. 513.
Champignon destructeur de boiseries, p. 553.
Chantre (E.). — L'âge de la pierre dans la Berbérie orientale, Tripolitaine et Tunisie, p. 686.
—— Les peuples de la Berbérie orientale p. 689.
Charvilhat (G.). — De quelques survivances paléolithiques dans l'industrie néolithique des plateaux de Gergovia et de Corent, p. 662.
Chauffage central, p. 1376.
—— des habitations populaires, p. 1376.
Chaux (Élimination de la), p. 790.
Chavastelon (R.). — Note sur l'industrie laitière dans le Puy-de-Dôme, p. 1089.
—— Pommes d'Auvergne et pommes à cidre de Normandie, cultivées en Auvergne, p. 1125.
—— Discussion sur la laiterie en Auvergne, p. 1317.
—— —— sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1333.
Chelléenne (Époque), p. 746.
Chéneveau (C.). — Expériences sur l'arc électrique, p. 242.
Chervin (A.). — Étude des asymétries et des déformations à l'aide des photographies métriques sur fonds réticulés par la méthode dite de retournement, p. 664.
Chevalier (A.). — L'avenir du *Funtumia elastica* Stapf, p. 1080.
—— Discussion sur les plantes caoutchoucifères, p. 1080.

—— Les bois commerciaux de l'Afrique occidentale française, p. 1202.
Chimie, p. 758.
—— *pure*, p, 317.
Chimiques (Sens), p. 602.
Chirurgical (Traitement) du cancer.
Chirurgie (Petite), p. 809.
Chlorhydrate de morphine, p. 894.
Chloroforme, p. 894.
Chlorurée (Reminéralisation), p. 825.
Chouchack (D.) et **Pouget** (J.). — Relation entre la fertilité du sol et l'acide phosphorique soluble dans l'eau, p. 1195.
Chrétien (Art), p. 1431.
Chrétien (H.). — Un nouveau modèle de spectrohéliographe, p. 255.
Christophle (F.). — La viticulture en Auvergne, p. 1151.
Chromatique (Focomètre à observation), p. 271.
Chudeau (R.). — Les bœufs du Nord du Tchad, p. 1061.
Cidre (Pommes à), p. 1125.
Cimetières antiques, p. 731.
Cirrhoses toxiques, p. 832.
Claret (M.). — Réminéralisation chlorurée des tuberculeux et tension artérielle, p. 825.
Clastrier (S.). — Les fouilles de l'habitat ligure « le Pain de Sucre » à Marseille, p. 658.
—— La Céramique antique. — Doit-on en reconstituant les vases brisés, en les réparant, les porter à l'état de neuf? p. 660.
Clermont-Ferrand, p. 1403.
Climat, p. 1162.
Cochet et **Argaud**. — Rapports différents des deux pneumogastriques dans la région cervicale, p. 558.
Collection de terres cuites, p. 878.
Collot. — Poteries d'origine italique dans les Bouches-du-Rhône, p. 725.
Colonnes de Basalte, p. 436.
Coloration du sang (Différences de), p. 620.
Colson (A.). — La mécanique chimique et la chimie pure, p. 317.
Combault (A.). — Différence de coloration du sang artériel et du sang veineux sur les coupes, p. 620.
Combes (P.) (fils), **Ramond** (G.) et **Morin** (M.). — Études géologiques dans Paris et sa banlieue. — Note sur le gîte fossilifère du Guespel, p. 476.
Commandement (Bâtons de), p. 743.
Commerce Français (Régime des ports de), p. 183.
Commont (V.). — Les gisements paléolithiques de Saint-Acheul, Coupe du quaternaire dans la vallée de la Somme, p. 454.
—— L'Industrie de l'âge du renne dans la vallée de la Somme. — Fouilles à Belloy-sur-Somme, p. 634.
Communales (Monographies), p. 1268.
Comptabilité commerciale, p. 1214.
Conchyliologique (Faune), p. 425.
Confiserie, p. 1138.
Conservation indéfinie des eaux minérales, p. 851.
Constitution (Étude de la) des matières protéiques, p. 321.
Construction (Frais de) (Hors volume).
Constructions modernes, p. 223.
Contrôle officieux du lait, p. 1319.
—— de la production du lait, p. 1326.
Cordon ombilical, p. 559.
Corent (Plateau de), p. 662.
Corps inactifs, p. 296.
Correspondance homographique, p. 88.
Coryloforme, p. 1030.
Cosmogonie tourbillonnaire, p. 55.
Cotte (Ch.) et **Chaix** (A.). — La caverne de l'Adaouste. (Fouilles archéologiques), p. 714.
Cotte (J.) et **Gerber** (C.). — Une centaurée à essence d'amandes amères, p. 522.
Cotton (A.). — Sur le dédoublement des corps inactifs par compensation obtenus par synthèse chimique. — Essais d'emploi de la lumière polarisée circulairement, p. 296.
Coupes (Sangs artériel et veineux sur les), p. 620.
Courants de haute fréquence, p. 952.
Courjon (A.) et **Grandvilliers** (L.). — Sept années de pratique du traitement médico-pédagogique des enfants anormaux, p. 1251.
Cours d'eau à fond mobile, p. 220.
Courty (G.). — Géologie du bassin de Paris (Hors volume).
Coutil (L.). — Allée couverte de Saint-Symphorien-du-Teilleul, p. 651.
—— Exploration et restauration du tumulus de Fontenay-le-Marmion (Calvados), p. 654.
Coxalgie (Pseudo-), p. 829.
Coyon (A.) et **Dominici**. — Purpura généralisé d'origine tuberculeuse. — Présence de pigment ferrique dans la peau, p. 800.
Crafts (Réaction de), p. 329.
Craie phosphatée, p. 494.
Cramer (H.-E.). — Étude sur les relations entre l'irritation gingivo-dentaire et l'eczéma régional de l'adulte, p. 1012.
—— Névralgie oculaire d'origine dentaire, p. 1019.
Crâne (Forme du), p. 643.
Crétinisme endémique, p. 701.
Creusement des vallées, p. 503.

Cristalloïdes (Figures), p. 524.
Cristaux d'uranite, p. 435.
Critiques sur le traitement du cancer, p. 855.
Cuites (Terres), p. 878.
Cultivés (Finages), p. 546.
Culture fruitière, p. 1127.
Cyanhydrique (Acide), p. 352.
Cytotoxines hépatiques, p. 832.
Dalloni (M.). — Quelques gisements de silex taillés des vallées de la Dordogne et de la Vézère, p. 680.
Danguy (Louis). — Discussion sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1333.
Dauzère (C.). — Division cellulaire des liquides et des solides, p. 289.
—— Surfusion dans des mélanges solides, p. 306.
—— Formation des colonnes de basalte, p. 436.
Dechambre et **Ginieis**. — Du sucre dans l'engraissement des bœufs, p 1047.
—— **Hébert** (A.) et **Heim** (F.). — La pulpe de défibrage du Henequen *(agave rigida var. sisalana)*. — Composition chimique. — Usages possibles pour l'industrie et l'alimentation du bétail. — Applications à la fumure des plantations du Henequen, p. 1182.
Déchéance sociale, p. 1209.
Dédoublement des corps inactifs, p. 296.
Déformations (Étude des), p. 664.
—— *scolaires*, p. 1271.
Delort (J.-B.). — Station préhistorique des Augerons (Nièvre), p. 679.
Deniker (J.). — La taille en Europe (Hors volume).
Dentaire (Angine), p. 992.
—— (Névralgie oculaire), p. 1019.
Dentaires (Follicules), p. 972.
—— (Irrégularités), p. 1000.
Départements, p. 1214.
Dermatoses (Traitement), p. 809.
Desanges (A.). — Les blés durs d'Auvergne. — Leur emploi dans l'industrie des semoules et des pâtes alimentaires, p. 1108.
Descombes. — Discussion sur la question sylvo-pastorale, p. 1047.
Désinfection (Procédé de), p. 1373.
Desmoulières (A.) et **Rostaine** (P.). — Urémie mortelle chez un psoriasique, à la suite d'un traitement mercuriel prolongé, p. 804.
Desnoyers (Paul). — L'écriture, son influence sur les déformations scolaires et sur le développement de l'attention, p. 1271.
Détecteurs d'oscillations électriques, p. 236.
Deux-mers (Canal des), p. 158.
Développement de $\sqrt{N}$ en fraction continue, p. 18.
Devoirs de protection, pp. 1224, 1227.
Deydier (Marc). — La vallée du Largue paléolitique, p. 751.
Diabète (Traitement du), p. 586.
Dialecte roman, p. 1259.
Diatomées d'eau douce, p. 621.
Diphtérie aviaire, p. 1408.
Diplolabis B. R., p. 544.
Dislocation houillère, p. 493.
Distance au centre des astres du système solaire, p. 1.
Division cellulaire des liquides et des solides, p. 289.
Dominici (H.). — Purpura généralisé, p. 800
—— Discussion sur la chirurgie du cancer et fulguration, p. 861.
Dordogne (Vallées de la), p. 680.
Dosage réducteur des liquides albumineux, p. 327.
Dourine, p. 1082, 1371.
Drames de Shakespeare (La toxicologie dans les), p. 772.
Durand-Gréville. — Les orages de 1903 et de 1904, p. 392.
Durée de rotation des astres du système solaire, p. 1.
Eau, p. 1195.
—— *douce*, p. 621.
—— *potable*, p. 1303.
—— *d'alimentation*, p. 1349.
—— *du Rhône*, p. 149.
—— *minérales*, p. 621, 851.
—— *thermales*, p. 797.
—— *d'égout*, p. 1279.
—— (Épuration des), p. 1299.
—— (Question des), p. 1403.
École, p. 1237.
Écoles publiques, p. 1241.
Écriture, p. 1271.
Eczéma régional, p. 1012.
Éducation, pp. 1232, 1237.
Égout (Eaux d'), p. 1279.
Électricité (Production de l'), p. 195.
Électriques (Oscillations), p. 236.
Éléphant d'Afrique, p. 580.
Élévateurs à bateau, p. 120.
Embryons, p. 978.
Émery. — Parallèle des accidents de la syphilis et des accidents du traitement mercuriel, (Hors volume).
Endémique (Crétinisme et goître), p. 701.
Endosperme, p. 524.
Énergétique (Psychobiologie), p. 284.
Énergie du Rhône à Paris (Transport d'), p. 111.
—— physiologique. p. 600.
Enfant (Déchéance sociale de l'), p. 1209.
Enfants anormaux, p. 1241, 1251.
Engrais, p. 1193.
Engraissement, p. 1047.

Enseignement de l'astronomie, p. 76.
—— *secondaire*, p. 1219.
—— *scolaire*, p. 1224.
Entrainement dans les Universités, p. 1270.
Enveloppe protectrice, p. 583.
Épidémie de l'Arbresle, p. 1351.
Épithélioma lingual, p. 848.
Épithélium amniotique, p. 559.
Époque alexandrine, p. 878.
—— *chelléene*, p. 746.
Épuration biologigue des eaux d'égout, p. 1279.
—— des eaux, p. 1299.
Équations de Fermat, p. 18.
—— ayant toutes leurs racines réelles, p. 26.
Éruptions volcaniques, p. 493.
Essence d'amandes amères, p. 522.
Établissements industriels, p. 1214.
État de neuf (Doit-on porter à l') la céramique antique, p. 660.
Été (Ferrures d'), p. 1138.
Étoiles bimagiques, p. 79.
—— (Température optique des), p. 266.
Étude de la vaccination, p. 899.
—— *sur les maladies contagieuses*, p. 1380.
Europe (Taille en), (Hors volume).
Évangiles apocryphes, p. 1431.
Évaporation, p. 402.
Évolution morphologique, p. 530.
Exploitation (Frais d'), (Hors volume).
Exploration d'un tumulus, p. 651.
Fabre. — Calcul et conservation indéfinie de la radio-activité des eaux minérales, p. 851.
Facteur d'hygiène social, p. 1342.
—— *premiers des nombres*, jusqu'à cent millions (Table d'éléments donnant les) p. 33.
Faluns de la Touraine, p. 626.
Famille, p. 1237.
Faune néocretacée, p. 440.
—— *conchyliologique*, p. 425.
—— *moustérienne*, p. 727,
—— *paléomammalogique*, p. 626.
Fécales (Matières), p. 1361.
Femme, p. 966, 1413.
Ferrandaise (Race bovine), 1054.
Ferrées (Transports par voies), (Hors volume).
Ferrique (Pigment), p. 800.
Ferrures, p. 1138.
Fertilité du sol, p. 1195.
Fiessinger (Noël). — Cirrhoses toxiques après injections d'hémolysines et de cytotoxines hépatiques, p. 832.
—— et **Abrami.** — Les hématies granuleuses dans les ictères de l'adulte, p. 841.
Fièvre (La), p. 786.
—— *des foins*, p. 898.
—— *typhoïde*, p. 924, 1351, 1353, 1355, 1361.
Finages cultivés, p. 546.
Fléaux (Grands) du xx^e^ siècle, p. 1413.
Flénusienne (Station), p. 647.
Fluviales (Transport par voies), (Hors volume).
Focomètre à observation chromatique, p. 271.
Fœtus, p. 978.
Foins, p. 898.
Follicules dentaires, p. 978.
Foncières (Améliorations), p. 1173.
Fonctions ζ (a, s), p. 31.
Fonds réticulés, p. 664.
Fontenay-le-Marmion (Calvados).
Forces naturelles, p. 195.
Forestière (Bordure), p. 1193.
Forgeot (E.). — Sur quelques dispositions des ganglions hémolymphatiques des ruminants, p. 560.
Forme du crâne, p. 643.
Fosse (R.). — Propriétés nouvelles de l'oxhydryle de quelques alcools aromatiques, p. 344.
Fosse septique, p. 1279, 1286.
Fossile (Genre), p. 544.
Fossiles, p. 494.
Fouille d'une grotte, p. 678.
Fouilles à Belloy-sur-Somme, p. 634.
—— *archéologiques*, p. 714.
—— *en Tunisie*, (Hors volume).
Frais de construction, (Hors volume).
France, p. 701.
—— (Centre de la), p. 626.
—— (Gouttes de lait en), p. 1334.
—— (Armoiries de), (Hors volume).
Franchet (Louis). — La céramique émaillée pendant le Moyen âge, p. 1422.
Franque (Nécropole), p. 751.
Fraudes, p. 1380.
Frédet. — Action du bain de Royat sur la peau saine et malade, p. 867.
Friedel (Réaction de), p. 329.
Friedel (Jean) — Remarques sur le développement du pistil chez les Malvacées, p. 528.
Frigorifique (Industrie), p. 191.
Froids (Coups de), p. 386.
Fruits (Confiserie de), p. 1138.
Fulguration, p. 859.
Funéraire (Fouille d'une grotte), p. 678.
Funtumia elastica, p. 1080.
Gallo-romaine (Station), p. 669.
—— (Découverte), p. 750.
Gallois (Paul). — Les réformes de l'enseignement secondaire et les Associations de parents d'élèves, p. 1219.
Ganglions (Disposition des), p. 560.
Gard, p. 647.
Garrigou-Lagrange (P.). — Du rôle de l'évaporation à la surface du sol, les caves glacées de Pontgibaud, p. 402.

Gatin (C.-L.). — Polyspermie et polyembryonie chez les palmiers, p. 548.
Gaucher (le Professeur). — Du concours apporté à la pathologie par la chimie et par la physique, p. 759.
—— —— Action préventive du mercure dans la syphilis, p. 875, 877.
Gaudron (Ch.). — Le coryloforme anesthésique général, p. 1030.
Gautrez (E.). — Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1297.
—— —— sur l'approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318.
—— —— sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1333.
—— —— sur la fièvre typhoïde, p. 1354.
—— —— des recherches sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.
—— —— sur la conservation des pommes pour la confiserie, p. 1376.
—— —— sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1404, 1405, 1406.
Geneste. — Des orges de brasserie en Auvergne, p. 1104.
Genre fossile, p. 544.
Géologie du bassin de Paris, (Hors volume).
Géologiques (Études), p. 476.
Gérardin (A.) — Note sur la résolution simultanée de :
$x^m + Ay^p = f^2$ $x^m - Ay^p = g^2$, p. 15.
—— Nombres amiables, p. 36.
Gerber (C.) et **Cotte** (J.). — Une centaurée à essence d'amandes amères, p. 522.
—— Les présures et leurs anticorps naturels, p. 523.
Gergovia (Plateaux de), p. 662.
Gevillat (Association de minéraux observée à), p. 431.
Gillin (P.). — Considération sur l'origine et les aptitudes de la race bovine ferrandaise, p. 1054.
—— Discussion sur l'utilité de la création des jardins alpins, p. 1041.
—— —— sur l'industrie sucrière dans la Limagne d'Auvergne, p. 1125.
—— —— sur la laiterie en Auvergne, p. 1318.
Gillot (V.). — Pseudo-coxalgie méditerranéenne, p. 829.
Gingivo-dentaire (Irritation), p. 1012.
Ginieis (J.). — Le sucre dans l'alimentation des bœufs et des jeunes veaux, p. 1047, 1051.
—— Conservation et utilisation des sarments de vignes desséchés, p. 1059.
—— et **Dechambre**. — Du sucre dans l'engraissement des bœufs, p. 1047.
Gisements paléolithiques, p. 454.
—— *de silex*, p. 680.
Gîte fossilifère, p. 476.
Glaciaires (Vallées), p. 439.
Glangeaud (Philippe). — Les éruptions volcaniques le long de la grande dislocation houillère du massif central, p. 493.
Gley (E.). — Contribution à l'étude du mécanisme de l'immunité de l'action du sérum de torpille sur le système nerveux des animaux immunisés contre ce sérum, p. 608.
Globe terrestre, p. 373.
Globulaire (Résistance), p. 920.
Glycogénie, p. 586.
—— (Influence des saisons et de la sexualité sur la), p. 594.
Godon (Ch.). — Application de la méthode de reconstitution de l'équilibre articulaire au traitement des irrégularités dentaires, force intermaxillaire et plan incliné, p. 1000.
Goitre endémique, p. 701.
—— (Hématozoaire du), p. 1411.
Gouttes de lait, p. 1334-1342.
Gouvernement, p. 1214.
Graines silicifiées, p. 526.
Graisses (Rôle des), p. 585.
Grammaire (Essai de), p. 1259.
Grande Azigos, p. 561.
Grandvilliers (L.) et **Courjon** (A.). — Sept années de pratique du traitement médico-pédagogique des enfants anormaux, p. 1251.
Granitiques (Sables), p. 473.
Grasset (E.). Travaux d'hygiène dans la ville de Riom. — Eau potable, p. 1303.
—— Discussion sur les recherches bactériologiques sur la diphthérie aviaire, p. 1409.
—— L'hématozoaire du goître, p. 1411.
Gréhant (le Professeur N.). — Anesthésie des animaux par le chlorhydrate de morphine et une faible dose de vapeurs de chloroforme, p. 894.
—— Discussion sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1406.
—— Toxicologie : 1° Action de l'hydrogène sulfuré; 2° Action de l'acide carbonique, 1407.
Grenoble (Station sismique de), p. 371.
Grollet (Ch.). — L'Enseignement des devoirs de protection et d'assistance à l'égard des animaux, p. 1227.
—— Discussion sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
Grossouvre (A. de). — Sur les sables granitiques, p. 473.
Grotte (Fouille d'une), p. 678.
—— *du Trou-aux-loups*, p. 669.
Guespel (Gite fossilifère du), p. 476.

Guilbert (Gabriel). La diminution des pluies, p. 412.
Guilloz (Th.). — Focomètre à observation chromatique, p. 271.
—— Discussion sur les amyotrophies, p. 937.
—— —— sur la chirurgie du cancer et fulguration, p. 861.
Gyroscope (De l'emploi du) en aviation, p. 312.
Habitat ligure, p. 658.
Habitations populaires, p. 1376.
Hamelin (L.). — Géologie du bassin de Paris, (Hors volume).
Haute fréquence, p. 952.
Hébert (A.) et **Heim** (F.). — La production de l'acide cyanhydrique chez Arum maculatum, p. 352.
—— —— et **Dechambre** (P.). — La pulpe de défibrage du Henequen « *Agave rigida var. sisalana.* — Composition chimique. — Usages possibles dans l'industrie et l'alimentation du bétail. — Applications à la fumure des plantations de Henequen, p. 1182.
Heim (F.) et **Hébert** (A.). — La production de l'acide cyanhydrique chez Arum maculatum, p. 352.
—— et **Agasse-Lafont.** — Les réactions du saturnisme latent, p. 925.
—— Allocution, p. 1035.
—— Discussion sur l'utilité de la création de jardins alpins, p. 1040.
—— —— sur le caoutchouc, p. 1079.
—— Plantes caoutchoucifères, p. 1079.
—— —— sur la dourine au Canada, p. 1088.
—— —— sur l'industrie sucrière dans la Limagne d'Auvergne, p. 1125.
—— **Hébert** (A.) et **Dechambre** (P.). — La pulpe de défibrage du Henequen (*Agave rigida var. sisalana*). — Composition chimique. — Usages possibles pour l'industrie et l'alimentation du bétail. — Application à la fumure des plantations de Henequen, p. 1182.
—— Discussion sur les engrais en bordure forestière, p. 1194.
Hélitas (G.). — Pyrhéliomètre enregistreur, p. 281.
Hématies granuleuses, p. 841.
Hématozoaire du goitre, p. 1411.
Hémolymphatiques (Ganglions), p. 560.
Hémolysines, p. 832.
Henriet (J.). — L'aménagement des eaux du Rhône. — Résumé chronologique sur les avant-projets mis à l'étude dans le cours d'un siècle, p. 149.
—— La batellerie fluviale et la santé publique, p. 189.
—— Les origines de l'industrie frigorifique, p. 191.
—— Socialisme d'État. — Nécessité d'organiser une comptabilité commerciale régulière et permanente des profits et pertes pour chacun des établissements industriels exploités par le Gouvernement, par les Départements et par les Municipalités, p. 1214.
—— Transports par voies fluviales et par voies ferrées. — Comparaison des tarifs commerciaux en usage avec les frais de construction et d'entretien pour l'exploitation, (Hors volume).
—— Armoiries de France (Hors volume).
Henrot (H.). — Des moyens d'arrêter la déchéance sociale de l'enfant, p. 1209.
—— Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1299.
—— —— sur les recherches sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.
—— —— sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
—— —— sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1404.
Henry (Ch.). — Psycho-biologie et énergétique. Essai sur un principe de méthodes intuitives de calcul, p. 284.
Hépatiques (Cytotoxines), p. 832.
Hérault (Villes de l'), p. 1355.
Histoire géologique des Pyrénées orientales et centrales, p. 465.
Histologique (État), p. 978.
Hiver (Ferrures d'), p. 1138.
Hocquart. — Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298.
—— —— sur des recherches sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.
—— —— sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
Homme (Déplacement de l') dans l'espace, p. 622.
—— *tertiaire*, p. 712.
Homographique (Correspondance), p. 88.
Horticulture, p. 1199.
Houillère (Dislocation), p. 493.
Hugel (G.). — Quelques résultats d'études expérimentales sur la syphilis faites à la clinique, p. 783.
Hugounenq (L.) et **Morel** (A.). — Contributions à l'étude de la constitution des matières protéïques, p. 321.
Huguet. — Urologie technique. — Azote total, p. 330.
—— Urologie technique, — Analyse type pr.. p. 335.
Hydrates de carbone urinaires, p. 325.
Hydrogène (Action de l'), p. 1407.
Hygiène (Travaux d'), p. 1303.
—— *sociale*, p. 1342.

—— (Viandes au point de vue de l'), p. 1380.
Hyperkératosante (Leucoplasie), p. 848.
Hystéricisme-diaihèse, p. 905.
Ictères, p. 841.
Imbert (H.). — Discussion sur l'inspec-des vacheries et du contrôle de l'inspection du lait, p. 1333.
—— **Bertin-Sans** (H.), **Moye, Belugou, Blaufus, Bernis.** — Organisation d'un contrôle officieux du lait à Montpellier. — Résultats obtenus, p. 1319.
Immeubles (Groupe d'), p. 1376.
Immunisation antituberculeuse, p. 899.
Immunisés (Animaux), p. 608.
Implantation de l'industrie sucrière, p. 1115.
Inclinaison d'axe des astres du système solaire. p. 1.
Industrie frigorifique, p. 191.
—— *de l'âge du renne*, p. 634.
—— *néolithique*, p. 662.
—— *laitière*, p. 1089.
—— *des semoules*, p. 1108.
—— *sucrière*, p. 1115.
Industriels (Etablissements), p. 1214.
Infection conceptionnelle, p, 978.
Injections, p. 832.
Inlays céramiques, p. 971.
Insectes (Déplacement des) dans l'espace, p. 622.
Insertion placentaire, p. 559.
Inspection des vacheries, p. 1326.
Intermaxillaire (Force), p. 1000.
Internationale (Langue), 1260.
Intoxication mercurielle, p. 764.
Inversions de températures, p. 420.
Invertébrés (Animaux), p. 596.
Irrigation (Les canaux d'), p. 154.
Isomètres (Formation d'), p. 329.
Italique (Poteries d'origine), p. 725.
Jardins alpins, p. 1035.
Javal. — Discussion sur le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 869.
Jean (F.). — Indications des inlays céramiques et métalliques p. 971.
Jodot. — (P.), Note sur la faune conchyliologique des tufs quaternaires de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne), p. 425.
Juge. — Chirurgie du cancer et fulguration, p. 859.
Jullien et **Müller**. — Fouilles d'une grotte funéraire dans les Balmes d'Auriolles (Ardèche), p. 678.
de Keating-Hart. — Discussion sur la chirurgie du cancer et fulguration, p. 861.
Kilian (W.). — La station sismique de Grenoble, p. 371.
—— Sur les « vallées glaciaires », 439.
—— et **Reboul** (P.) — Sur une faune néocrétacée des régions antarctiques, p. 440.
Künckel-d'Herculais (J.). — Le déplacement de l'homme dans l'Espace comparé avec celui des oiseaux et des insectes, p. 622.
La Buisse (Isère), p. 669.
Labeau (R.). — La radiothérapie dans quelques affections de la moelle, p. 956.
Ladureau (A.). — La paille de bois en horticulture, p. 1199.
Lait, pp. 1319, 1326, 1334, 1342, 1380.
Laitière (Industrie), p. 1089.
Lampyrides (Organisation des), p. 573.
Langue internationale, p. 1260.
Largue paléolithique, p. 751.
La Roche-sur-Yon (Vendée), (Hors volume).
Larue (P.). — Les plantes dites spontanées dans les finages cultivés, p. 546.
—— Discussion sur l'amélioration des céréales d'Auvergne, p. 1103.
—— —— sur le sort des maréchaux, p. 1151.
—— —— sur les améliorations foncières en France, p. 1182.
—— Engrais en bordure forestière, p. 1193.
—— Semaines d'entrainement dans les Universités, p. 1270.
Lauby (A.). — Des modifications que subissent les diatomées d'eau douce sous l'action des eaux minérales, p. 621.
Laurent (J.). — Cartes botaniques détaillées des territoires de Châlons-sur-Vesle, Chenay et Trigny, p. 513.
—— Cartes agronomiques, p. 1075.
Layé (D.). — La culture fruitière en Auvergne, p. 1127.
—— La confiserie de fruits d'Auvergne, p. 1138.
Lebon (E.). — Disposition et étendue d'une table d'éléments donnant les facteurs premiers des nombres jusqu'à cent millions, p. 33.
Lecoq. — Discussion sur la dourine au Canada, p. 1088.
Lefèvre (J.). — Sur la nutrition amidée des plantes vertes, p. 542.
—— La grandeur de l'énergie physiologique, p. 600.
Lépine — Discussion sur le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 869.
Leriche (M.). — Sur les fossiles de la craie phosphatée de la Picardie à Actinocamax quadratus, p. 494.
Leroy (J.). — A propos de l'homme tertiaire. Note sur la soi-disant rétractation de l'abbé Bourgeois, p. 712.
Lesieur (C), **Morel** (A.) et **Monod** (O.).

— Recherches sur l'origine et la signification de l'urobiline, p. 325.
Leucoplasie, p. 848.
Le Vallois (le Commandant). — Le canal latéral au Rhône. — Sa réalisation pratique par élévateurs à bateaux, sur plans inclinés, p. 120.
Levat (D.). — Traitement mécanique des écorces pour l'extraction du caoutchouc, p. 1075.
—— Discussion sur les plantes caoutchoucifères. p. 1080.
Lévy-Bing. — L'intoxication mercurielle d'origine thérapeutique, p. 764.
Libert (L.). — Un catalogue de 25 bolides, p. 49.
Lignier (O.). — Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal, p. 530.
Ligure (l'Habitat), p. 568.
Limagne d'Auvergne, p. 1115.
Limnées, p, 603.
Lingual (Épithélioma), p. 848.
Liquides albumineux, p. 327.
—— *et solides* (Division cellulaires des) p. 289.
Livradois, p. 1259.
Locomotives électriques, p. 203.
Loir (A.). — La dourine au Canada, p. 1082.
—— L'exercice de la médecine dans la province de Québec, p. 1203.
—— Discussion sur la fièvre typhoïde, p. 1355.
—— —— sur des recherches sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.
—— La dourine au Canada, p. 1371.
—— Discussion sur la conservation des pommes pour la confiserie, p. 1375.
Loire (Le Canal latéral à la), p. 155.
Louste. — Leucoplasie hyperkératosante, papillome et épithélioma lingual guéris actuellement par le radium, p. 848.
—— Le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 869.
—— Discussion sur l'action préventive du mercure dans la syphilis, p. 876.
Lumière (Dispersion de la), p. 266.
—— polarisée circulairement, p. 296.
Lyon, p. 1241.
Magnésie (Élimination de la), p. 790.
Mahaut (A.). — Canal des deux Mers de Marseille à Nantes, p. 158.
—— Les canaux du Berry, p. 164.
Maignon (F.). — Du rôle des graisses dans la glycogénie, application au traitement du diabète, p. 586.
—— Influence des saisons et de la sexualité sur la glycogénie, p. 594.
Maladie de Thomsen, p. 908.
Maladies contagieuses, p. 1380.
Mally. — Les amyotrophies réflexes d'origine articulaire, p. 937.
Maltet. — Fièvre des foins, p. 898.
Malvacées (Pistil chez les), p. 528.
Mammifères miocènes, p. 626.
Manquat. — Discussion sur le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 870.
Marchand (E.). — Une loi générale sur les relations des phénomènes solaires avec ceux de la Physique du globe terrestre, p. 373.
—— et **Bouget** (J.). — L'influence des couches inférieures de nuages sur la distribution des Végétaux en altitude dans les Pyrénées, p. 518.
de Marchena.— Locomotives électriques pour la Traction des trains de marchandises et des trains à grande vitesse, p. 203.
Maréchaux, p. 1138.
Marignan (E.). — Présentation de silex d'une station flénusienne du Gard, p. 647.
Marseille, p. 658.
Martel. — Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298.
—— —— sur la laiterie en Auvergne, p. 1317.
—— —— sur l'approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318, 1319.
—— —— sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1334.
Martin. — La faune moustérienne de la Quina, p. 727.
Masotti. — Traitement des dermatoses par la petite chirurgie et les agents physiques, p. 809.
Massif Central, p. 493, 1035.
Matières protéiques, p. 321.
Maurin (E.). — Note sur un cas de néphrite syphilitique secondaire aiguë, p. 871.
Mayet (L.). — Les mammifères miocènes du centre de la France (Faunes paléomammalogiques des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine), p. 626.
—— Anthropologie médicale. — Le Crétinisme et le Goitre endémique en France plus particulièrement dans les Alpes françaises, p. 701.
Mécanique chimique, p. 317.
—— (Traitement) pour l'extraction du caoutchouc, p. 1075.
Mécanisme de l'immunité, p. 608.
Médecine (Exercice de la), p. 1203.
Médico-pédagogique (Traitement), p. 1251.
Méditerranéenne (Pseudo-coxalgie), p. 829.
Mélanges solides, p. 306.
Mencière (L.). — Technique et résultats de la phénolisation et de la phéno-punc-

ture dans les tuberculoses osseuses et articulaires, p. 910.
Mengel (O.). — Aperçu sur la Tectonique et la Sismicité des pays catalans, p. 359.
Mercure, p. 875.
Mercuriel (Traitement), p. 804.
—— (Accidents du traitement), (Hors volume).
Mercurielle (Intoxication), p. 764.
Merulius lacrymans Fries, p. 553.
Meslin (Georges). — Sur la dispersion de la lumière dans le vide et sur la température optique des étoiles, p. 266.
Mestas. — Race bovine ferrandaise, p. 1047.
Métalliques (Inlays), p. 971.
Méthodes intuitives de calcul (Essai sur un principe de), p. 284.
Meunier (Stanislas). — La morphologie du sol de l'Auvergne et le phénomène du creusement des vallées, p. 503.
Michalias (R.).— 1° Sur des Béryls prismatiques de gros volume; et pyramidaux de moyennes et petites dimensions, muscowite palmé. 2° Quartz réticulés bruts et polis avec cristaux d'uranite et de chalkolite fortement radio-actifs, p. 435.
—— Études sur le dialecte roman du Livradois, poésies et essai de grammaire, p. 1259.
Michel. — Étiologie de la fièvre typhoïde. Épidémie de l'Abresle septembre-décembre 1907, p. 1351.
Minérales (Eaux), p. 621.
Minéraux (Curieuse association), p. 431.
Miocènes (Mammifères), p. 626.
Mnémonique, p. 1260.
Moelle (Affections de la), p. 956.
Monod (O.), **Lesieur** (Ch.), **Morel** (A.). — Recherches sur l'origine et la signification de l'urobiline, p. 325.
—— **Morel** (A.). — Recherche sur l'origine des hydrates de carbone urinaires. (Acide glucuronique en particulier), p. 326.
—— **Morel** (A.) et M^lle^ **Bellion**.— Recherches sur l'exactitude des dosages du pouvoir réducteur dans les liquides albumineux, p. 327.
Monographies communales, p. 1268.
Montpellier, p. 1319.
de Montricher (H.). — Traitement et utilisation des produits du nettoiement urbain, p. 1311.
—— Discussion sur la laiterie en Auvergne, p. 1318.
—— —— sur les tuberculeux, p. 1373.
—— —— sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1404, 1405.
Morel (A.) et **Hugounenq** (L.). — Contributions à l'étude de la constitution des matières protéiques, p. 321.
—— **Lesieur** (Ch.) et **Monod** (O.). — Recherches sur l'origine et la signification de l'urobiline, p. 325.
—— et **Monod** (O.). — Recherches sur l'origine des hydrates de carbone urinaires. (Acide glucuronique, en particulier), p. 326.
Monod (O.) et M^lle^ **Bellion**. — Recherches sur l'exactitude des dosages du pouvoir réducteur dans les liquides albumineux, p. 327.
Morel, Cade (A.) et **Roubier** (Ch.). — Quelques observations sur le sang des tuberculeux et de cancéreux. — Résistance globulaire. — Dosage des albumines coagulables du sérum, p. 920.
Morin (M.), **Ramond** (G.), **Combes** (P.) (fils). — Études géologiques dans Paris et sa banlieue. — Note sur le gîte fossilifère du Guespel, p. 476.
Morot (Ch.). — Nécessité de remédier à l'insuffisance numérique du bétail et au renchérissement consécutif de la viande, p. 1063.
—— Du contrôle de la salubrité et de la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1398.
Morphine, p. 894.
Morphologie du sol, p. 503.
Morphologique (Évolution), p. 530.
Moulin-Neuf (Souterrain refuge du), (Hors volume).
Moye, Bertin-Sans (H), **Imbert** (H.), **Belugou, Blaufus, Bernis**.— Organisation d'un contrôle officieux du lait à Montpellier. Résultats obtenus, p. 1319.
Moyen âge, p. 1422.
Müller. — Station néolithique et gallo-romaine de la grotte du Trou-aux-loups, à La Buisse (Isère), p. 669.
—— et **Jullien.** — Fouille d'une grotte funéraire dans les Balmes d'Auriolles (Ardèche), p. 678.
Municipalités, p. 1214.
Muscle temporal, p. 643.
Muscowite palmé, p. 435.
Mutualité agricole, p. 1074.
Navigabilité (Améliorations de la) du Rhône, p. 98.
Nécropole (Découverte d'une), p. 751.
Néocrétacée (Faune), p. 440.
Néolithique (Industrie), p. 662.
—— (Station), p. 669.
Néphrite syphilitique, p. 871.
Nerveux (Système), p. 608.
Nettoiement urbain, p. 1317.
Névralgie oculaire, p. 1019.
Névrites, p. 869.
Nicolas (Ad.). — Sur la radioactivité des eaux thermales de la Bourboule, p. 797.
—— La langue internationale : sabirisme

et sémantisme au point de vue mnémonique, p. 1260.
Nogier (Th.). — Soupape cathodique à flamme servant de rhéostat, p. 949.
—— Pince radiographique localisatrice, p. 951.
—— Nouveaux résultats éloignés de la radiothérapie, p. 962.
Nombre entier (Logique et notion de), p. 70.
Nombres amiables, p. 36.
Notion de nombre entier et la théorie des ensembles, p. 70.
Nouveaux-nés, p. 978.
Nuages (Couches inférieures de), p. 518.
Nutrition amidée, p. 542.
Observations sismologiques, p. 358.
Oculaire (Névralgie), p. 1019.
Oiseaux (Déplacement des) dans l'espace, p. 622.
Olivier (E.). — Sur l'organisation des lampyrides, p. 573.
Opothérapie anticancéreuse, p. 895.
Orages, p. 392.
Orageuse (Activité), p. 388.
Organisation d'un contrôle officieux du lait, p. 319.
—— à donner aux gouttes de lait, p. 1342.
Orges de brasserie, p. 1104.
Origines de l'industrie frigorifique, p. 191.
—— de l'urobiline, p. 325.
Os longs, p. 767.
Oscillations électriques, p. 236.
Osseuses (Tuberculoses), p. 910.
Oxhydryle (Propriétés nouvelles de), p. 344.
Pader. — Discussion sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
Paille de bois, p. 1199.
Pain de sucre (Habitat ligure), p. 658.
Paléolithiques (Gisements), p. 454.
—— (Survivances), p. 662.
—— (Largue), p. 751.
Papillome, p. 848.
Parents d'élèves, p. 1219.
Paris (Énergie du Haut-Rhône en vue de l'alimentation de), p. 168.
—— (Études géologiques dans), p. 476.
—— (Bassin de), (Hors volume).
Pâtes alimentaires, p. 1108.
Pathogénie de l'albuminurie, p. 822.
Pathologie (Concours apporté à la) par la Chimie et la Physique, p. 759.
Pathologiques (Collection de terres cuites), p. 878.
Pâturages, p. 1162.
Peau, p. 800.
—— malade, saine, p. 867.
Péhu. — Les gouttes de lait telles qu'on les comprend en France, p. 1334.
—— Approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318.
Pellet (A.). — Sur les équations ayant toutes leurs racines réelles, p. 26.
—— Sur les fonctions ζ (a, s,), p. 31.
Pelourde (F.). — Note sur le genre fossile *Diplolabis* B. R., p. 544.
Pérez. — Discussion sur le déplacement de l'homme dans l'Espace, p. 625.
Période prétuberculeuse, p. 790.
Pernet (G.). — Discussion sur le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 870.
—— —— sur l'action préventive du mercure dans la syphilis, p. 875.
Perrier (G.). — Sur le mode d'action des purgatifs salins, p. 820.
—— et **Caille** (E.). — Formation d'isomères à point de fusion constant dans la réaction de Friedel et Crafts, p. 329.
Perrin. — De l'influence des conditions extérieures de la sexualité des Prothalles de Polypodiacées, p. 550.
Petit (A.). — L'enseignement scolaire des devoirs de protection et d'assistance envers les animaux, p. 1224.
Petit (L.). — Fièvre typhoïde, p. 1353.
—— Discussion sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1405.
Peuples de la Berbérie, p. 689.
Peyrony (D.). — Station du Ruth, près Le Moustier (Dordogne). — Superposition du Solutréen à l'Aurignacien, p. 689.
Phéno-puncture, p. 910.
Phénolisation. p. 910.
Phénomènes thermo-électriques, p. 236.
—— *scolaires*, p. 373.
Philosophie des mathématiques, p. 70.
Physiothérapique du cancer (Traitement).
Phosphatée (Craie), p. 494.
Photochromies (Franges d'interférence produites par les), p. 275.
Photographie en ballon, p. 229.
—— interférentielle, p. 275.
Photographies métriques, p. 664.
Phtisie pulmonaire, p. 790.
Physiologie pathogénique de la fièvre, p. 786.
Physiologique (Énergie), p. 600.
Physique, p. 758.
—— du globe, p. 373.
Physiques (Agents), p. 809.
Picardie (Craie phosphatée de la), p. 494.
Piéron (H.). — Le sens chimique des Limnées, p. 603.
Pierre (Age de la), p. 686.
—— (Art de tailler la), p. 746.
Pigment Ferrique, p. 800.
Pince radiographique, p. 951.
Piogey. — De la Fièvre, sa physiologie pathogénique, p. 786.
Pistil (Développement du), p. 528.
Pitiot. — Discussion sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1334.
Placentaire (Insertion), p. 559.
Planchers (Champignon destructeur de), p. 553.

Plans inclinés, p. 120.
Plantes caoutchoucifères, p. 1079.
—— *fourragères*, p. 1035.
—— *spontanées*, p. 546.
—— *vertes*, p. 542.
Plaques sensibles (Nouveau mode de préparation des), p. 275.
Plateaux de Gergovia, p. 662.
Pluies (Diminution des), p. 413.
Plumandon (J.-R.). — Anomalies dans la température de l'air. — Coups de froids, p. 386.
—— Variation séculaire de l'activité orageuse, p. 388.
—— Sur la nature et l'origine du vent, p. 406.
Pneumogastriques (Deux), p. 558.
Poésies, p. 1259.
Poirier (J.). — Trématodes parasites de l'éléphant d'Afrique, p. 581.
Poisson (G.). — Sur la forme des cours-d'eaux à fond mobile, p. 220.
Polyembryonie chez les palmiers, p. 548.
Polypodiacées, p. 550.
Polyspermie chez les palmiers, p. 548.
Pommes d'Auvergne, p. 1125.
—— de Normandie, p. 1125.
—— (Conservation des), p. 1375.
Pontgibaud (Caves glacées), p. 402.
Porcher. — Approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318.
—— Contrôle de production du lait, p. 1326.
Porte et **Péhu.** — Approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318.
Ports de commerce, p. 183.
Poteries, p. 725.
Pouget (I.) et **Chouchack** (D.). — Relation entre la fertilité du sol et l'acide phosphorique soluble dans l'eau, p. 1195.
Prairies, p. 1162.
Préhistorique (Station), p. 679.
—— (Stéréotomie), p. 746.
Présures, p. 523.
Prétuberculeuse (Période), p. 790.
—— (Albuminurie), p. 822.
Prévision du temps, p. 418.
Problèmes (Résolution d'une catégorie étendue de), p. 88.
Production du lait, p. 1326.
Produits du nettoiement urbain, p. 1317.
Protection envers les animaux, p. 1224.
Protéiques (Matières), p. 321.
Prothalles (Sexualité des), p. 550.
Psoriasique, p. 804.
Psychique (Amotilité d'origine), p. 908.
Psycho-biologie, p. 284.
Pulmonaire (Phtisie), p. 790.
Purgatifs salins, p. 820.
Purpura, p. 800.
Puy-de-Dôme, pp. 355, 1041, 1089.
Pyrénées Orientales et Centrales, p. 465.
—— (Distribution des végétaux dans les), p. 518.
Pyrhéliomètre enregistreur, p. 231.
Quaternaires (Tufs), p. 425.
Quartz réticulés, p. 435.
Québec, p. 1203.
Quina (Faune moustérienne de la), p. 727.
Rabieaux. — Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298.
—— —— sur l'approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1319.
—— —— sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1333.
—— —— sur la Dourine, p. 1372.
—— —— sur la conservation des pommes pour la confiserie, p. 1376.
—— —— sur la qualité de l'alimentation carnée des soldats, p. 1403.
—— —— sur les recherches bactériologiques sur la diphtérie aviaire, p. 1409.
Race bovine, p. 1054.
Racines réelles (Équations ayant toutes leurs), p. 26.
Raclot (V.). — Résumé de l'essai de prévision du temps à longue échéance (1907-1908), p. 418.
—— Inversion de températures, p. 420.
Radio-actifs (Cristaux), p. 435.
Radio-activité, p. 851.
—— *des eaux*, p. 797.
Radiographie, p. 944.
Radiographique (Technique), p. 939.
—— (Pince), p. 951.
Radiothérapie, pp. 956, 962.
Radium, p. 848.
Ramond (G.), **Combes** (P.) (fils) et **Morin** (M.). — Études géologiques dans Paris et sa banlieue. — Note sur le gîte Fossilifère du Guespel, p. 476.
Raoult-Deslongchamps. — Action thérapeutique des rayons X, p. 863.
Rappin. — Discussion sur la chirurgie du cancer et fulguration, p. 851.
—— Nouvelle contribution à l'étude de la vaccination et de l'immunisation antituberculeuse, p. 899.
—— et **Vaney.** — Recherches bactériologiques sur la diphtérie aviaire, p. 1408.
—— Discussion sur les Eaux à Clermont, p. 1406.
—— —— sur les recherches bactériologiques sur la diphtérie aviaire, p. 1409, 1410.
Rayons X, p. 863.
—— *de Rœntgen*, p. 966.
Razous (P.). — Utilisation des forces naturelles et la production de l'électricité, p. 195.
Réaction thermochimique, p. 1373.

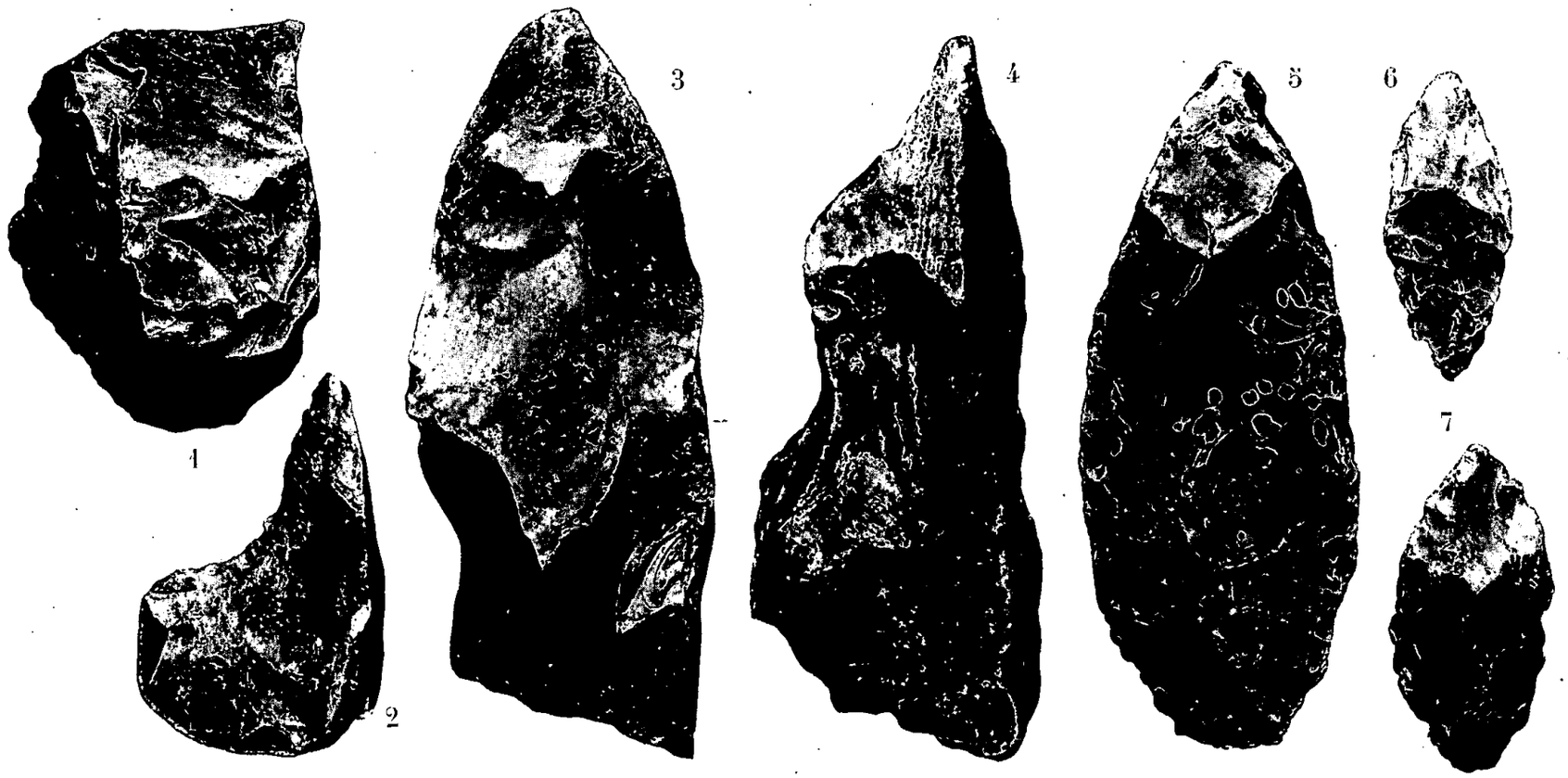
Rebland. — Contribution à l'étude de la syphilis tertiaire des os longs, p. 767.
Reboul (P.) et **Kilian** (W.). — Sur une faune néocrétacée des régions antarctiques, p. 440.
Recherches bactériologiques, pp. 1361, 1408.
Reconnaissances (Photographie en ballon dans les), p. 229.
Reconstitution de l'équilibre articulaire, p. 1000.
Réformes de l'enseignement secondaire, p. 1219.
Région cervicale, p. 558.
—— du centre, p. 1074.
Regnault (E.). — A propos du Vexillum Desglandei, Rouault, p. 509.
Regnault (F.). — Action du muscle temporal sur la forme du crâne, p. 643.
—— Une collection des terres cuites pathologiques de l'époque alexandrine, p. 878.
—— Œuvre des coroplastes de Smyrne, p. 884.
Règne végétal, p. 530.
Reignier. — Discussion sur l'utilité de la création de jardins alpins, p. 1041.
—— —— sur la laiterie en Auvergne, p. 1317.
Reminéralisation chlorurée, p. 825.
Renne (Age du), p. 634.
Résistance globulaire, p. 920.
Résolution simultanée de :
$x^m + Ay^p = f^2$ $x^m - Ay^p = g^2$
p. 15.
Restauration d'un tumulus, p. 651.
Résultats d'études expérimentales de la syphilis, p. 783.
Réticulés (Fonds), p. 664.
Retournement (Méthode de), p. 664.
Rey (A.). — Les constructions modernes en béton armé, p. 223.
—— Comment chauffer les habitations populaires. — Chauffage central par groupes d'immeubles, p. 1376.
—— Discussion sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1405.
Reynard (J.). — La question Sylvo-pastorale dans le département du Puy-de-Dôme, p. 1041.
—— Discussion sur les améliorations foncières en France, p. 1182.
Rhéostat, p. 949.
Rhône (Amélioration de la navigabilité, p. 98.
—— (Canal latéral au), p. 120.
—— (Utilisation du), p. 135.
—— (Aménagement des eaux du), p. 149.
—— (Canaux d'irrigation dérivés du) p. 154.
—— (Aménagement de l'énergie du haut), p. 168.
Richard (J.). — Sur quelques points de la philosophie des mathématiques : la logique, la notion de nombre entier et la théorie des ensembles, p. 70.
—— Sur l'enseignement de l'astronomie, p. 76.
Richard (Thermomètre enregistreur sous-marin de), p. 583.
Rilly (A.). — Étoiles bimagiques, p, 79.
Rimbaud (L.), **Rodet** et (Mlle) **Rubinstein.** — Recherches bactériologiques sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1361.
—— Discussion sur les recherches sur des matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.
Riom, p. 1303.
Robin (le Professeur A.). — Élimination de la chaux et de la mangnésie aux différentes périodes de la phtisie pulmonaire, ainsi que dans la période prétuberculeuse, p. 790.
Rodet (A.) et **Bertin-Sans** (H.). — Des rapports entre la fièvre typhoïde et l'alimentation en eau dans les villes de l'Hérault et des départements voisins, p. 1355.
—— **Rimbaud** (L.) et (Mlle) **Rubinstein**. — Recherches bactériologiques sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1361.
Rœntgen (Rayons de), p. 966.
Rôle des graisses, p. 586.
Rolants (E.). — La fossse septique, p. 1279.
—— Discussion sur les tuberculeux, p. 1373.
Rolley (P.). — Les améliorations foncières en Auvergne, p. 1173.
Roman (Dialecte). p. 1259.
Rostaine (P.) et **Desmoulières** (A.). — Urémie mortelle chez un psoriasique — à la suite d'un traitement mercuriel prolongé, p. 804.
Rothé (E.). — Franges d'interférences produites par les photochromies. — Nouveau mode de préparation des plaques sensibles pour la photographie interférentielle, p. 275.
Rouault (Vexillum Desglandei), p. 509.
Roubier (Ch.), **Cade** (A.) et **Morel** (A.). — Quelques observations sur le sang des tuberculeux et des cancéreux. — Résistance globulaire. — Dosages des albumines coagulables du sérum, p. 920.
Rouveix. — Discussion sur la fièvre typhoïde, p. 1355.
Royat, p. 867.
Rubaudo (J.-B.). — La réforme du régime des ports de commerce français. — Étude critique sur l'autonomie administrative à organiser en France, p. 183.

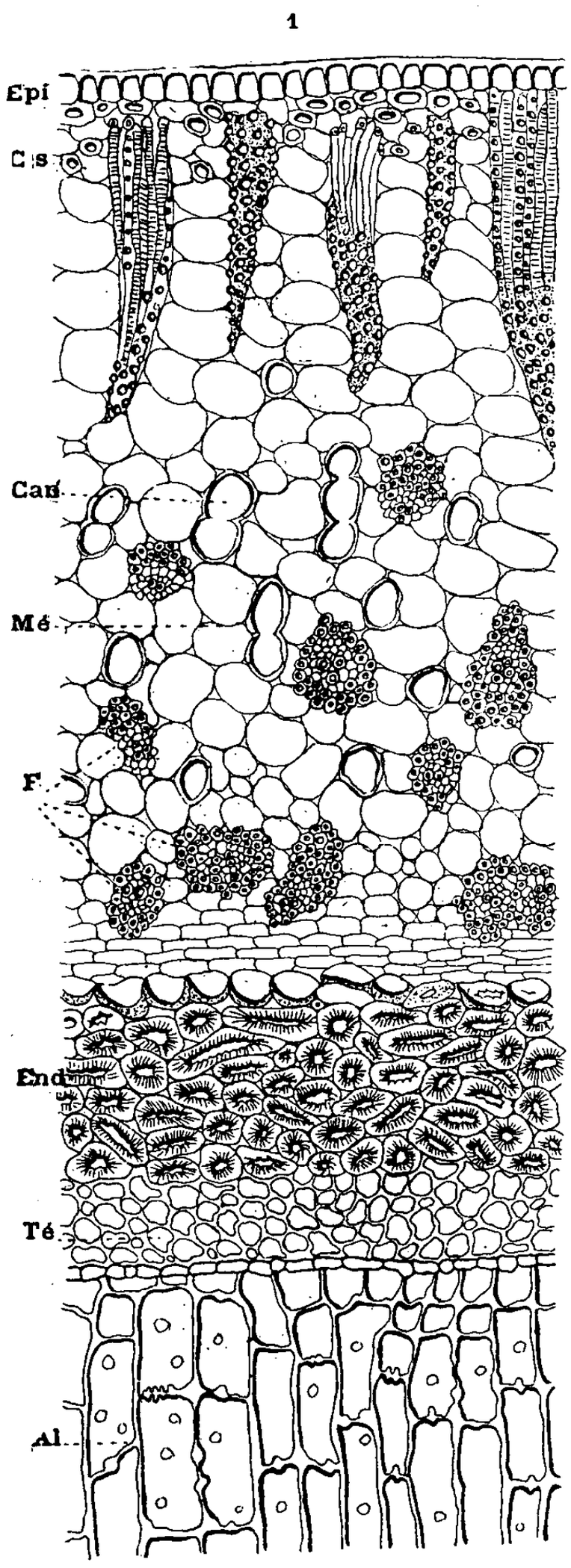
Rubinstein (Mlle), **Rodet** (A.) et **Rimbaud** (L.). — Recherches bactériologiques sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1361.
Ruminants (Ganglions hémolymphatiques des), p. 560.
Ruth (Station du), p. 689.
Rythmes vitaux, p. 613.
Sabirisme, p. 1260.
Sables granitiques, p. 473.
—— de l'Orléanais, p. 627.
Sagnier. — Discussion sur les améliorations foncières en France, p. 1182.
Saint-Acheul (Gisements de), p. 454.
Saint-Symphorien-du-Teilleul (Manche), p. 54.
Saisons (Influence des), p. 594.
Salins (Purgatifs), p. 820.
Salubrité (Contrôle de la), p. 1398.
Sang, p. 920.
—— (Coloration du), p. 620.
Santé publique, p. 189.
Sarments de vigne, p. 1059.
Saturnisme latent, p. 925.
Sellier (J.). — Sur l'action protéolytique et présurante des sucs digestifs des animaux invertébrés, p. 596.
Sémantisme, p. 1260.
Semoules (Industrie des), p. 1108.
Sens chimique, p. 603.
Septique (Fosse), p. 1279.
Sépultures antiques, p. 731.
Sérothérapie, p. 898.
Sérum, p. 920.
—— (Action du), p. 608.
Sexualité des Prothalless, p. 550.
—— (Influence de la), p. 594.
Seyot (Pierre). — De l'emploi du gyroscope en aviation, p. 312.
Shakespeare, p. 772.
Sicard (G.). — Sépultures et cimetières antiques du département de l'Aude, p. 730.
Signal horaire, p. 233.
Silex, p. 647.
—— (Gisements de), p. 610.
Silicifiées (Graines), p. 524.
Sismique (Station), p. 371.
Sismographie, p. 355.
Sismologiques (Observations), p. 358.
Social (Hygiène), p. 1342.
Socialisme d'État, p. 1214.
Sol (Évaporisation à la surface du) p. 402.
—— Morphologie du), p. 503.
—— (Fertilité du), p. 1195.
Solaires (Phénomènes), p. 343.
Soldats (Alimentation des), p. 1380.
—— (Alimentation carnée des), p. 1398.
Solutréen (Superposition du) à l'Aurignacien, p. 689.
Somme (Vallée de la), p. 454, 634.
Soupape, p. 949.
Sous-marin (thermomètre enregistreur), p. 583.
Souterrain-refuge du Moulin-Neuf, (Hors volume).
Spectrohéliographe (Nouveau modèle de), p. 255.
Station sismique, p. 371.
—— *flénusienne*, p. 647.
—— *gallo-romaine*, p. 669.
—— *néolithique*, p. 669.
—— *préhistorique*, p. 679.
—— *du Ruth*, p. 689.
Stéréotomie préhistorique, p. 746.
Structure géologique, p. 465.
—— *de l'épithelium*, p. 559.
Suarez de Mendoza (F.). — Sur la nécessité d'armer la femme (enfant, jeune fille, mère), pour la lutte contre les grands fléaux du xxe siècle, p. 1413.
Sucre, p. 1047.
Sucrière (Industrie), p. 1115.
Sucs digestifs, p. 596.
Surfusion dans des mélanges solides, p. 306.
Survivances paléolithiques p. 662.
Sylvo-pastorale (Question), p. 1041.
Synthèse chimique, p. 296.
Syphilis, pp. 783, 875.
—— *tertiaire*, p. 767.
Syphilitiques, p. 869.
—— (Néphrites), p. 871.
Système nerveux, p. 608.
Table d'éléments donnant les facteurs premiers des nombres jusqu'à cent millions, p. 33.
Tachet. — Discussion sur l'inspection des vacheries et du contrôle de la production du lait, p. 1334.
Taille en Europe (Hors volume).
Tavernier (R.). — Utilisation du Rhône, p. 135.
Tchad, p. 1061.
Technique radiographique, p. 939.
Tectonique et sismicité, p. 359.
Teissier (le Professeur J.) et **Arloing** (F.). — Contribution expérimentale à la pathogénie de l'albuminurie prétuberculeuse, p. 822.
—— Discussion sur le traitement des néphrites chez les syphilitiques, p. 869.
Télégraphie sans fil, p. 233.
Température optique des étoiles, p. 266.
Temporal (Muscle), p. 643.
Temps (Prévision du), p. 418.
Tension artérielle, p. 825.
Terre (Tremblements de), p. 354.
Terres cuites, p. 878.
Terrestre (Globe), p. 373.
Tertiaire (Homme), p. 712.
—— (Syphilis), p. 767.
Théorie des ensembles (Logique et notion de nombre entier et la), p. 70.

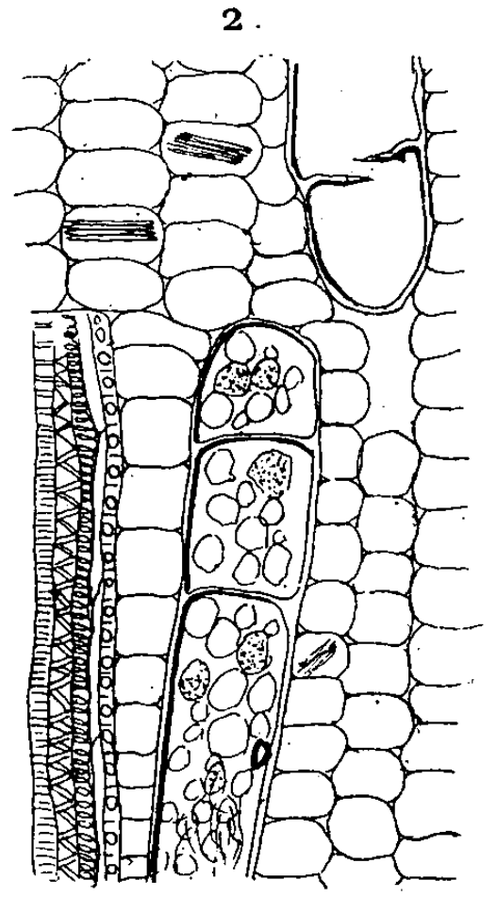
Thérapeutique, p. 764.
—— (Action), p. 863.
Thermales (Eaux), p. 797.
Thermiques (Actions), p. 952.
Thermo-chimique (Réaction), p. 1373.
Thermo-électriques (Phénomènes), p. 236.
Thermomètre enregistreur, p. 583.
Thermométrie, p. 1009.
Theuveny (L.). — L'état histologique des follicules dentaires, chez les embryons, fœtus, et nouveaux-nés, dans les cas d'infection conceptionnelle (syphilis, tuberculose, alcoolisme), p. 978.
Thomas. — Le bain carbo-gazeux artificiel dans le traitement de la fièvre typhoïde, p. 924.
Thomsen (Maladie de), p. 908.
Tison. — Discussion sur les fossés septiques, p. 1298.
—— —— sur la laiterie en Auvergne, p. 1317.
—— —— des recherches sur les matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1370.
—— —— sur la conservation des pommes pour la confiserie, p. 1375.
Tissot. — Sur la transmission d'un signal horaire par la télégraphie sans fil, p. 233.
—— Sur une classe de détecteurs d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques, p. 236.
Topographie agricole, p. 1162.
Torpille (Sérum de), p. 608.
Touraine (Faluns de la), p. 626.
Toxicologie, p. 772, 1407.
Traction des trains, p. 203.
Trains de marchandises et de grande vitesse, p. 203.
Traitement du diabète, p. 586.
—— *mercuriel*, p. 804.
—— *chirurgical du cancer*, p. 855.
—— *des névrites*, p. 869.
—— *des irrégularités dentaires*, p. 1000.
—— *médico-pédagogique*, p. 1251.
Transmission d'un signal horaire, p. 233.
Transport d'énergie du Rhône à Paris, p. 111.
Trématodes parasites, p. 580.
Tremblements de terre, p. 354.
Trou-aux-loups (Grotte), p. 669.
Tuberculeuse (Purpura d'origine), p. 800.
Tuberculeux, p. 825.
—— (Sang de), p. 920.
—— (Assistance aux), p. 1372.
Tuberculoses osseuses, p. 910.
Tufs quaternaires, p. 425.
Tumulus (Exploration et restauration d'un), p. 651.
Tunisie (Fouilles en), (Hors volume).
Turchini (S.) et **Zimmern** (A.). — Les actions thermiques des courants de haute fréquence, p. 952.
Typhoïde (Fièvre), p. 1351, 1353, 1355, 1361.
Typhoïgène (Du rôle) de l'eau d'alimentation, p. 1349.
Universités, p. 1270.
Uranite (Cristaux d') p. 435.
Urémie mortelle, p. 804.
Urinaires (Hydrates de carbone), p. 326.
—— (Voies), p. 944.
Urobiline (Signification de l'), p. 325.
Urologie technique, pp. 330, 335.
Usage des bâtons de commandement, p. 743.
Vaccination (Étude de la), p. 899.
Vacheries (Inspection des), p. 1326.
Vallée de la Somme, pp. 454, 634, 751.
—— *glaciaires*, p. 439.
—— (Phénomènes du creusement des), p. 503.
—— de la Dordogne, p. 680.
Vaney et **Rappin**. — Recherches bactériologiques sur la diphtérie aviaire. p. 1408.
Vapeurs de chloroforme, p. 894.
Variation séculaire, p. 388.
Vases brisés (Céramiques antiques), p. 660.
Vaudrey. — Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1299.
—— —— sur les produits du nettoiement urbain, p. 1316.
—— —— sur la fièvre typhoïde, p. 1355.
—— —— sur les eaux de Clermont-Ferrand, p. 1406.
Veaux (Jeunes), p. 1051.
Végétal (Règne), p. 530.
Végétaux (Distribution des), p. 518.
Vendée, (Hors volume).
Vent (Origine du).
Vexillum Desglandei Rouault, p. 509.
Veyret (J.). — Prairies et pâturages. — Topographie agricole et climat, p. 1162.
Vézère (Vallées de la), p. 680.
Viande, p. 1063.
Viandes, 1380.
Vide (Sur la dispersion de la lumière dans le) p. 266.
Vigenaud (E.). — Discussion sur la fosse septique dans l'épuration biologique, p. 1298.
—— —— sur l'approvisionnement des grandes villes en lait, p. 1318.
—— —— sur l'inspection des vacheries, et du contrôle de la production du lait p. 1333.
—— —— sur la fièvre typhoïde, p. 1355.
—— —— sur des recherches des matières fécales dans la fièvre typhoïde, p. 1369-1371.

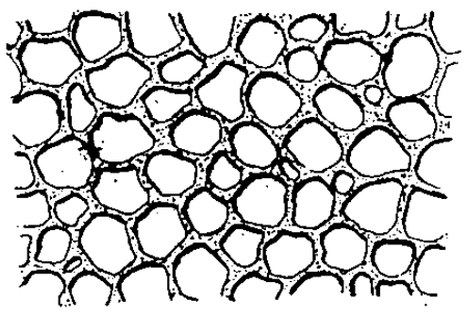
—— Sur l'assistance aux tuberculeux, p. 1372.
—— Discussion sur la conservation des pommes pour la confiserie, p. 1375.
—— La question des eaux à Clermont-Ferrand, p. 1403.
Vigier (A.). — Curieuse association de minéraux observée à Gevillat, près Issoire, p. 431.
Vigne (Sarments de), p. 1059.
Villaret (J.). — Les évangiles apocryphes source partielle de l'art chrétien, p. 1431.
Villes de l'Hérault, p. 1355.
Viticulture, p. 1151.
Voies fluviales et voies ferrées (Transport par), (Hors volume).
Welsch (J.). — Correspondance homographique et de ses applications à la résolution d'une catégorie assez étendue de problèmes, p. 88.
—— Utilisation de la photographie en ballon dans les reconnaissances, p. 229.
de Wildeman et **Heim**. — Présentation de planches relatives à un travail sur les plantes caoutchoucifères, p. 1079.
—— Discussion sur les cartes agronomiques, p. 1075.
Wintrebert (Paul). — Sur la possibilité d'obtenir une forme intermédiaire entre l'axolotl et l'amblystome, p. 562.
$x^m + Ay^p = f^2 \quad x^m - Ay = g^2$ (Résolution simultanée de), p. 15.
Zimmern (A.) et **Turchini** (S.). — Les actions thermiques des courants de haute fréquence, p. 952.
—— Discussion sur les amyotrophies réflexes, p. 938.

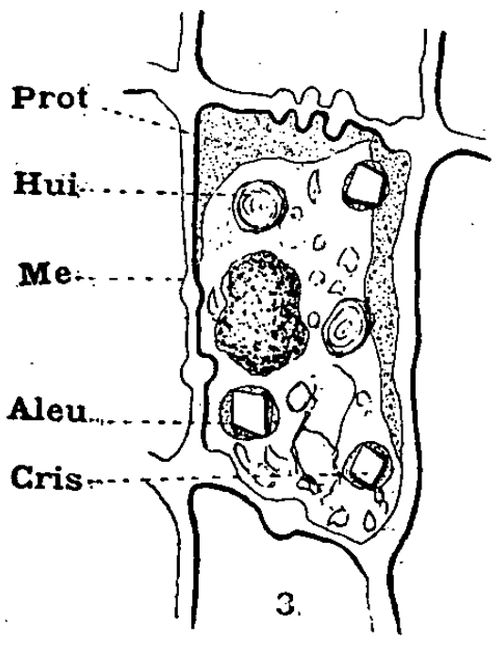
IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 21528-11-08.


1
2
3
4
5
6
7









J. Maheu.

MM. HÉBERT ET HEIM. — COMPOSITION DES FRUITS ET GRAINES DE L'AOURA