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 20ME SESSION

MARSEILLE

— 1891 —

SECONDE PARTIE

NOTES ET EXTRAITS



PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)

ET CHEZ M. G. MASSON, LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, boulevard Saint-Germain.

1892

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET EXTRAITS

M. C.-A. LAISANT

Député, Docteur ès sciences, à Paris.

PROPRIÉTÉS DU TRIANGLE ARITHMÉTIQUE

— *Séance du 18 septembre 1891* —

I. — Ayant formé le triangle arithmétique de Pascal à la manière habituelle, en partant d'une ligne 1 0 0 0 ... et d'une colonne de 1 *(fig. 1)*, considérons cette première ligne et cette première colonne comme deux axes (des y et des x); puis, en continuant à observer la même loi de formation, cherchons à prolonger la construction au-dessus de la première ligne, c'est à-dire dans la région des x négatifs. Nous obtenons alors le tableau représenté par la figure 1. Les propriétés essentielles, rappelées dans la légende sommaire, consistent :

1° En ce que le nombre inscrit dans une case quelconque, dont les coordonnées sont x, y, est $C_{x,y} = \dfrac{x!}{(x-y)!\,y!}$;

2° En ce qu'une ligne quelconque, d'abscisse x, donne les coefficients

du développement $(1 + z)^x$, que x, toujours entier, soit positif, nul ou négatif;

3° En ce qu'une diagonale ↘ quelconque, rencontrant la seconde colonne en un point d'abscisse x, donne les coefficients du développement $(1 - z)^{-x}$.

Les lignes de la partie positive sont identiques aux diagonales ↘ de la partie négative, sauf l'alternance des signes dans cette dernière; et les lignes de la partie négative, sauf l'alternance des signes, sont identiques aux diagonales ↘ de la partie positive.

Nous ne nous arrêterons pas à établir ces diverses propriétés, qui se constatent plutôt qu'elles ne se démontrent.

II. — Si l'on remonte d'une case toute la deuxième colonne, de deux cases la troisième colonne, et ainsi de suite, on obtient *(fig. 2)* le carré arithmétique de Fermat, qui présente les propriétés suivantes :

1° Le nombre inscrit dans une case de coordonnées x, y, est

$$C_{x+y,x} = \frac{(x + y)!}{x!\, y!};$$

2° Une ligne quelconque, d'abscisse x, donne les coefficients du développement de $(1 - z)^{-x-1}$;

3° Une diagonale ↗ rencontrant la deuxième colonne en un point dont l'abscisse est x, donne les coefficients du développement de $(1 + z)^x$.

Les lignes de la partie positive sont identiques aux diagonales ↗ de la partie négative, sauf l'alternance des signes dans cette dernière; et les lignes de la partie négative, sauf l'alternance des signes, sont identiques aux diagonales ↗ de la partie positive.

On remarquera que le carré arithmétique de Fermat, dans la partie positive, présente une symétrie parfaite par rapport à la diagonale 1, 2, 6, 20, 70, ... et que cette symétrie se retrouve, sauf l'alternance des signes, dans la partie négative du triangle arithmétique de Pascal généralisé *(fig. 1)*.

III. — Les formules $C_{x,y}$ *(fig. 1)* et $C_{x+y,x}$ *(fig. 2)* que nous avons écrites plus haut sont applicables à la région positive. Si nous voulons les généraliser, il faut remarquer qu'en appelant $F_{x,y}$ le nombre que contient la case de coordonnées x, y *quelconques (fig. 1)*, on a toujours :

$$F_{-x,y} = (-1)^y F_{x+y-1,y} \tag{1}$$

et, par analogie, dans la figure 2 :

$$G_{-x,y} = (-1)^y G_{x-y-1,y}. \tag{2}$$

Si $x \leqslant y$, on remarquera que $G_{-x,y}$ est nul.

Nous sommes donc conduit à écrire, en assimilant $F_{x,y}$ à $C_{x,y}$ et $G_{x,y}$ à $C_{x+y,x}$:

$$(3) \qquad \frac{(-x)!}{(-x-y)!\ y!} = (-1)^y \frac{(x+y-1)!}{(x-1)!\ y!},$$

$$(4) \qquad \frac{(-x+y)!}{(-x)!\ y!} = (-1)^y \frac{(x-1)!}{(x-y-1)!\ y!}.$$

Multipliant par $y!$ et posant $x + y = p$ dans la première égalité, $x - y = p$ dans la seconde, nous obtenons :

$$\frac{(-x)!}{(-p)!} = (-1)^{p-x} \frac{(p-1)!}{(x-1)!} \quad \text{ou} \quad \frac{(-p)!}{(-x)!} = (-1)^{x-p} \frac{(x-1)!}{(p-1)!},$$

résultat qui peut encore s'écrire :

$$(-p)!\ (-1)^p (p-1)! = (-x)!\ (-1)^x\ (x-1)!,$$

ou :

$$(5) \qquad \frac{(-p)!}{\frac{1}{(-1)^p (p-1)!}} = \frac{(-x)!}{\frac{1}{(-1)^x (x-1)!}} = \text{const.}$$

Comme $\frac{(+p)!}{(-x)!}$ est toujours nul, ainsi qu'il résulte du tableau *(fig. 2)*, il s'ensuit que l'expression $(-x)!$ isolément doit être considérée comme un symbole de l'infini, mais que le rapport des deux symboles $(-x)!$, $(-p)!$ pourra toujours s'exprimer sous forme finie au moyen de la formule (5).

IV. — On réunira les tableaux précédents, sous une forme peut-être plus symétrique, en formant le diagramme arithmétique de la figure 3, qui représente un tableau de différences, écrit à la manière habituelle.

Les propriétés en sont trop évidentes, d'après ce qui a été dit précédemment, pour qu'il puisse être utile de rien ajouter à la légende qui accompagne la figure.

V. — Si, dans le carré arithmétique *(fig. 2)*, on prend trois cases dont les côtés forment un triangle rectangle isoscèle ABC, de telle sorte qu'il y ait n intervalles sur chacun des trois côtés, on sait que :

1° A est égal à la suite des termes de BC, respectivement multipliés par les coefficients du développement de $(1+z)^x$, les produits étant ajoutés entre eux; par exemple, $120 = 1 \cdot 8 + 2 \cdot 28 + 1 \cdot 56$;

2° B est égal à une somme analogue, formée au moyen des termes de la colonne AC, mais en alternant les signes; ainsi $8 = 1 \cdot 120 - 2 \cdot 84 + 1 \cdot 56$;

3° C est égal à une somme analogue, formée, avec alternance des signes, au moyen de la ligne AB; $56 = 1 \cdot 120 - 2 \cdot 36 + 1 \cdot 8$.

Nous ne nous arrêterons pas à rappeler la démonstration de ces intéressantes propriétés, dues à M. Lucas; nous nous bornerons à faire remarquer qu'elles s'appliquent à un tableau quelconque de sommes, formé d'après la même loi que le carré arithmétique, et en particulier à la partie négative de la figure 2.

VI. — Considérons, dans la figure 2, un carré dont le côté vertical de gauche soit appliqué sur l'axe des x, par exemple :

A			D
1	4	10	20
1	5	15	35
1	6	21	56
1	7	28	84
B			C

Si nous écrivons la ligne AD,

$$1 \quad 4 \quad 10 \quad 20,$$

puis au-dessous, les *carrés* des termes de la diagonale DB

$$20^2 \quad 15^2 \quad 6^2 \quad 1^2,$$

la somme des produits correspondants

$$1 \cdot 20^2 + 4 \cdot 15^2 + 10 \cdot 6^2 + 20 \cdot 1^2,$$

sera égale au produit des termes D et C, ou 20×84, ce qu'il est ici facile de vérifier numériquement.

Pour démontrer cette proposition d'une manière générale, remarquons que les termes du côté AD sont :

$$G_{x,0} \quad G_{x,1} \quad G_{x,2} \quad \dots \; G_{x,p} \quad \dots \quad G_{x,y}$$

et ceux de la diagonale DB :

$$G_{x,y} \quad G_{x+1,y-1} \; G_{x+2,y-2} \; \dots \; G_{x+p,y-p} \; \dots \; G_{x+y,0}.$$

D'un autre côté, le terme C est $G_{x+y,y}$, c'est-à-dire (5) la somme des produits des termes correspondants des deux lignes

$$\begin{array}{cccccc} G_{x,y} & G_{x+1,y-1} & G_{x+2,y-2} & \dots & G_{x+p,y-p} & \dots \quad G_{x+y,0} \\ G_{y,0} & G_{y-1,1} & G_{y-2,2} & \dots & G_{y-p,p} & \dots \quad G_{0,y}. \end{array}$$

Si nous le multiplions par le terme D ou $G_{x,y}$, le terme général sera :

$$G_{x+p,y-p} \quad G_{y-p,p} \quad G_{x,y}. \tag{6}$$

Le terme général du développement indiqué par l'énoncé est :

$$G_{x,p} \quad (G_{x+p,y-p})^2. \tag{7}$$

Si ces deux expressions (6) (7) sont identiques, tout sera donc démontré. Or, cette identité revient à :

$$G_{y-p,p} \; G_{x,y} = G_{x,p} \; G_{x+p,y-p},$$

ou

$$\frac{y!}{(y-p)!\;p!} \quad \frac{(x+y)!}{x!\;y!} = \frac{(x+p)!}{x!\;p!} \quad \frac{(x+y)!}{(x+p)!\;(y-p)!},$$

relation évidente.

Si on applique le côté AD sur la première ligne 1 1 1 1 1 ..., la proposition dont il s'agit donne comme corollaire l'expression de la somme des carrés des coefficients du binôme

$$C^2_{y,0} + C^2_{y,1} + \ldots + C^2_{y,y} = C_{2y,y}.$$

Si on applique le côté AD sur la seconde ligne 1 2 3 4 ... on arrive à l'identité suivante :

$$1 \,.\, C^2_{y,1} + 2\, C^2_{y,2} + 3\, C^2_{y,3} + \ldots + y C^2_{y,y} = y C_{2y-1,y}.$$

Le théorème général, en n'empruntant plus la considération du carré arithmétique, se traduit par la formule combinatoire :

$$\sum_{p=0}^{p=y} C_{x+p,x} \, (C_{x+y,x+p})^2 = C_{x+2y,y} \; C_{x+y,y}. \tag{8}$$

Dans le carré *(fig. 2)*, il s'applique aussi bien à la région négative qu'à la région positive; et si, par exemple, la case C tombe dans la région occupée par des zéros, la somme indiquée est alors nulle. C'est ce qu'il sera facile de vérifier numériquement par des exemples quelconques pris sur la figure.

1	−9	+45	−165	+495						
1	−8	+36	−120	+330	−792					
1	−7	+28	− 84	+210	−462	+924				
1	−6	+21	− 56	+126	−252	+462	−792			
1	−5	+15	− 35	+ 70	−126	+210	−330	+495	−715	
1	−4	+10	− 20	+ 35	− 56	+ 84	−120	+165	−220	
1	−3	+ 6	− 10	+ 15	− 21	+ 28	− 36	+ 45	− 55	
1	−2	+ 3	− 4	+ 5	− 6	+ 7	− 8	+ 9	− 10	
1	−1	+ 1	− 1	+ 1	− 1	+ 1	− 1	+ 1	− 1	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\rightarrow y$
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	
1	3	3	1	0	0	0	0	0	0	
1	4	6	4	1	0	0	0	0	0	
1	5	10	10	5	1	0	0	0	0	
1	6	15	20	15	6	1	0	0	0	
1	7	21	35	35	21	7	1	0	0	
1	8	28	56	70	56	28	8	1	0	
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	
↓										
x										

Fig. 1. — Triangle arithmétique de Pascal prolongé vers les x négatifs. La case de coordonnées x, y donne :

$$C_{x,y} = \frac{x!}{(x-y!)y!}.$$

Chaque ligne donne les coefficients du développement $(1+z)^x$ (x entier $\gtrless 0$).

Les diagonales ↘ de la partie négative sont identiques aux lignes de la partie positive, avec alternance des signes.

1	−8	+28	−56	+70	−56	+28	− 8	+ 1	0			
1	−7	+21	−35	+35	−21	+ 7	− 1	0	0			
1	−6	+15	−20	+15	− 6	+ 1	0	0	0			
1	−5	+10	−10	+ 5	− 1	0	0	0	0			
1	−4	+ 6	− 4	+ 1	0	0	0	0	0			
1	−3	+ 3	− 1	0	0	0	0	0	0			
1	−2	+ 1	0	0	0	0	0	0	0			
1	−1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$\rightarrow y$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	3	6	10	15	21	28	36	45	55	66	78	
1	4	10	20	35	56	84	120	165	220	286	364	
1	5	15	35	70	126	210	330	495	715			
1	6	21	56	126	252	462	792					
1	7	28	84	210	462	924						
1	8	36	120	330	792							
1	9	45	165	495								
1	10	55	220	715								
↓												
x												

Fig. 2. — Carré arithmétique de Fermat prolongé vers les x négatifs. La case de coordonnées x, y donne :

$$C_{x+y,y} = \frac{(x+y)!}{x!\ y!}.$$

Chaque diagonale ↗ donne les coefficients du développement $(1+z)^x$, x étant l'abscisse de l'origine de la diagonale.

Les lignes de la partie négative sont identiques aux diagonales ↗ de la partie positive, avec alternance des signes.

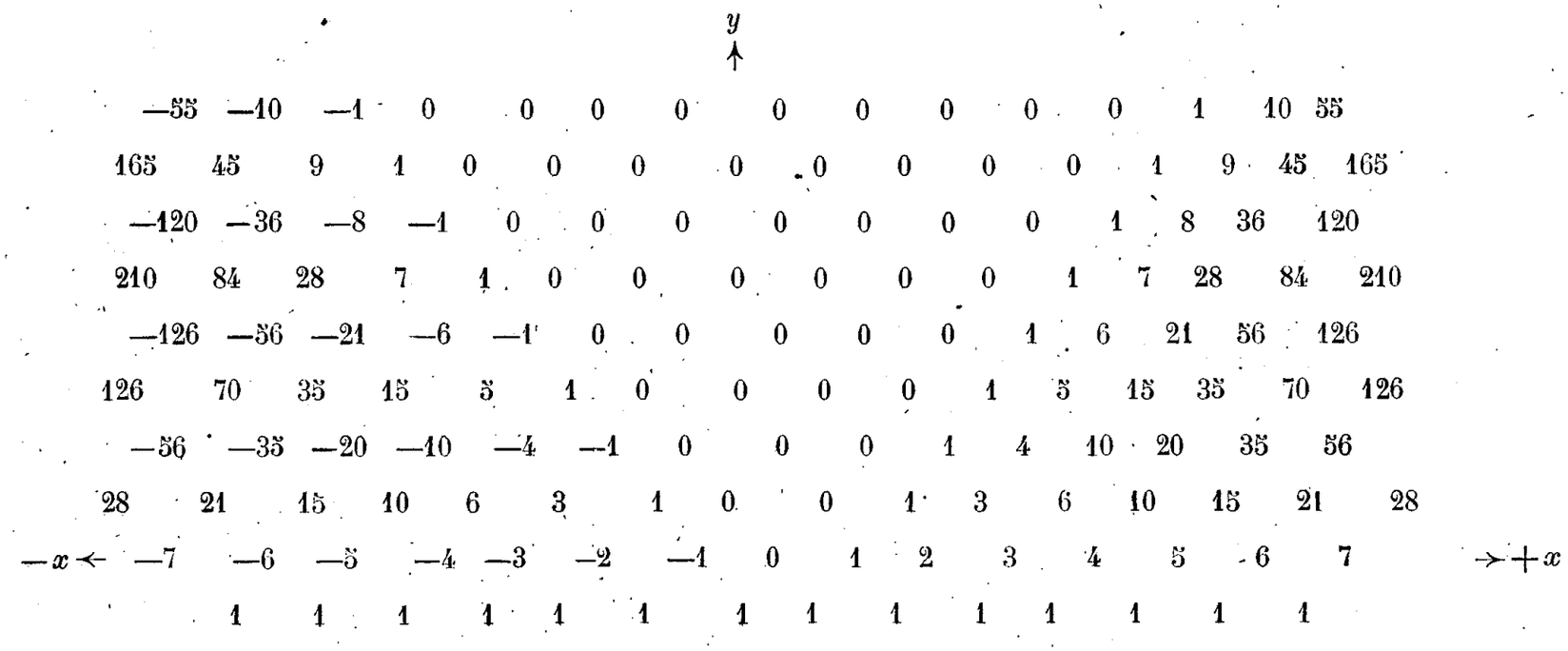


Fig. 3. — Diagramme arithmétique symétrique.

Sous cette forme, on a un simple tableau de différences, qui représente l'une ou l'autre des deux figures précédentes. Toute diagonale ↖ passant par le point $Y = 0$, $X = x$ donne les coefficients du développement de $(1+z)^x$; toute diagonale ↗ passant par le même point donne les coefficients du développement de $(1-z)^{-x}$ (x entier $\lessgtr 0$).

M. C.-A. LAISANT

Député, Docteur ès sciences, à Paris.

SUR LE CUBE ARITHMÉTIQUE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Dans un article intitulé : *Tétraèdre arithmétique*; et publié dans le *Bulletin de la Société mathématique de France* (t. XIX, p. 18), j'ai montré que les coefficients du développement de $(x+y+z)^n$ peuvent être représentés par un tableau triangulaire, et que l'ensemble de tous ces coefficients, pour les diverses valeurs de n, forme un ensemble tétraédrique, présentant une identité de forme avec les piles de boulets sphériques affectant la forme d'un tétraèdre régulier.

De même que le triangle arithmétique de Pascal peut affecter la forme du carré arithmétique de Fermat, ce qui présente parfois d'assez grands avantages, de même les figures dont nous parlons peuvent subir une transformation analogue.

On se rappelle que, dans le carré arithmétique, si l'on prend pour axes des x et des y deux droites passant par les centres des cases de la première colonne et de la première ligne (composées de 1, 1, 1, ...), le terme $u_{x,y}$ qui figure dans la case ayant x, y pour coordonnées de son centre est obtenu par la loi de récurrence

$$u_{x,y} = u_{x-1,y} + u_{x,y-1} \tag{1}$$

et que cette formule conduit au résultat suivant :

$$u_{x,y} = \frac{(x+y)\,!}{x\,!\;y\,!}. \tag{2}$$

Par analogie, pour former le cube arithmétique, nous supposerons un trièdre trirectangle formé par trois lignes de cubes, dont l'arête est l'unité, et dont les centres se trouvent disposés sur OX, OY, OZ respectivement. A l'intérieur de chacun de ces cubes, nous supposons que se trouve le chiffre 1. Cela étant, nous affecterons un cube quelconque, ayant pour coordonnées de son centre x, y, z, d'un coefficient $u_{x,y,z}$ défini par la loi de récurrence

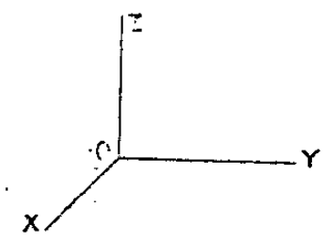


Fig. 1.

$$u_{x,y,z} = u_{x-1,yz} + u_{x,y-1,z} + u_{x,y,z-1}. \tag{3}$$

Autrement dit, pour avoir le nombre affecté à un cube quelconque, on ajoutera les nombres affectés aux trois cubes placés : au-dessous, en arrière et à gauche du cube considéré. Il est assez facile de voir qu'avec les conditions initiales indiquées, cette loi conduit à

$$u_{x,y,z} = \frac{(x+y+z)!}{x!\ y!\ z!}, \tag{4}$$

de telle sorte qu'on trouvera dans la figure ainsi formée tous les coefficients du développement d'une puissance entière d'un trinôme.

Avant d'aller plus loin, et pour préciser un peu plus, nous allons construire le cube arithmétique, pour les premières valeurs de ses éléments, en le représentant tranche par tranche et en commençant par la base. Nous aurons alors les figures successives suivantes :

1re TRANCHE

1	1	1	1	1	1
1	2	3	4	5	6
1	3	6	10	15	21
1	4	10	20	35	56
1	5	15	35	70	126
1	6	21	56	126	252

2e TRANCHE

1	2	3	4	5	6
2	6	12	20	30	42
3	12	30	60	105	168
4	20	60	140	280	504
5	30	105	280	630	
6	42	168	504		

3e TRANCHE

1	3	6	10	15	21
3	12	30	60	105	168
6	30	90	210	420	756
10	60	210	560		
15	105	420			
21	168	756			

4e TRANCHE

1	4	10	20	35	56
4	20	60	140	280	504
10	60	210	560		
20	140	560			
35	280				
56	504				

5e TRANCHE

1	5	15	35	70	126
5	30	105	280	630	
15	105	420			
35	280				
70	630				
126					

6e TRANCHE

1	6	21	56	126	252
6	42	168	504		
21	168	756			
56	504				
126					
252					

Il est à peine utile de faire remarquer la symétrie de chaque tranche autour de la bissectrice issue de l'origine, et la triple symétrie de l'ensemble autour de la droite formant des angles égaux avec les trois axes. Tout plan perpendiculaire à cette droite a pour équation $x + y + z = n$; et en donnant à n successivement toutes les valeurs entières, nous avons des sections du cube arithmétique donnant les coefficients du développement de la puissance n^e d'un trinôme. Ainsi, par exemple, le plan $x + y + z = 5$ passera par les centres des cubes formant la diagonale 1, 5, 10, 10, 5, 1, dans la première tranche ; dans la deuxième tranche, on

aura 5, 20, 30, 20, 5, et ainsi de suite; et, en somme, la section obtenue pourra se représenter ainsi :

1	5	10	10	5	1
5	20	30	20	5	
10	30	30	10		
10	20	10			
5	5				
1					

Cette figure n'est, en quelque sorte, qu'une projection; dans l'espace, les centres de cubes par lesquels passe le plan sécant se trouvent disposés en triangle équilatéral.

On peut imaginer que le cube arithmétique soit construit d'après la loi de récurrence (3) en partant de trois lignes rectangulaires quelconques, au lieu de prendre trois lignes d'unités. On obtient alors un *cube de sommes*, par analogie avec les tableaux de sommes à deux dimensions. Ces cubes de sommes présentent des propriétés intéressantes; nous nous contenterons, pour abréger, d'en indiquer quelques-unes, dont la démonstration, facile du reste, peut être passée sous silence.

Si par le centre D d'une case d'un cube de sommes nous menons trois droites DA, DB, DC parallèles aux axes et dans le sens négatif, et si nous prenons sur chacune de ces droites n intervalles, le plan ABC contiendra $\frac{n\,(n+1)}{2}$ éléments disposés en triangle équilatéral.

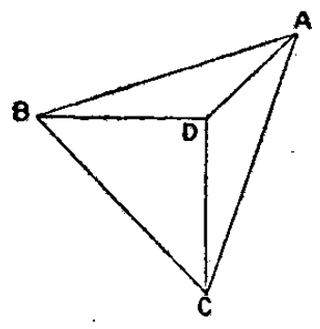


Fig. 2.

Si on superpose à ces éléments α les coefficients c du développement $(x+y+z)^n$ disposés de la même manière et si l'on forme la somme des produits correspondants, cette somme $\Sigma c\alpha$ sera égale à l'élément situé en D.

De même, l'élément A est égal à la somme des éléments contenus dans la face BCD, respectivement multipliés par les coefficients du développement de $(x-y-z)^n$, disposés en triangle et superposés à cette face BCD.

Il en est ainsi, également, pour les éléments B, C.

M. G. DE LONGCHAMPS

Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Saint-Louis, à Paris.

EXPRESSION DU RAYON DE COURBURE DANS LES CONIQUES INSCRITES A UN TRIANGLE DE RÉFÉRENCE

— Séance du 18 septembre 1891 —

1. Préliminaires. — L'objet de cette note très simple est la détermination du rayon de courbure aux coniques, dans certaines conditions que nous allons indiquer.

On suppose que la conique considérée Γ est *inscrite* à un triangle ABC qui est pris pour triangle de référence. Si A′ désigne le point où BC touche Γ, on demande l'expression du rayon de courbure, en ce point A′.

Mais avant d'indiquer la solution de ce problème, quelques explications sont nécessaires.

Tout récemment, M. Catalan m'avait proposé la question précédente. Dans la réponse que je lui adressai, j'indiquais deux solutions: l'une est celle que nous allons exposer; l'autre, plus compliquée, prenait pour base un changement de coordonnées, grâce auquel on pouvait, après l'avoir effectué, appliquer la formule donnée par Kœhler (*) pour calculer le rayon de courbure aux coniques *circonscrites* à un triangle de référence, aux points qui sont les sommets de ce triangle. Mais, ni dans l'une ni dans l'autre de ces solutions, les calculs n'étaient achevés.

M. Catalan ayant communiqué cette lettre à M. A. Demoulin, jeune mathématicien belge, celui-ci reprit la question par une voie différente (**) qui le conduisit très heureusement à une formule remarquablement simple que me fit connaître M. Catalan. Je repris alors les calculs auxquels j'ai fait tout à l'heure allusion et que j'avais abandonnés, craignant qu'ils n'aboutissent à un résultat compliqué. L'analyse qu'on va lire offre sur l'élégante méthode suivie par M. Demoulin deux légers avantages: d'abord, elle n'emprunte pas, comme celle-ci, des propriétés peu connues; en second lieu, elle donne l'équation même du cercle de courbure et le rayon de celui-ci, *avec son signe*.

Dans tout ce qui suit, le triangle ABC circonscrit à la conique pro-

(*) *Exercices*, t. I, p. 215.

(**) On trouvera plus loin l'exposition de la méthode de M. Demoulin.

posée Γ est pris pour triangle de référence; les coordonnées employées sont les *coordonnées barycentriques*.

2. ÉQUATION DU CERCLE DE COURBURE. — Soit :

$$\alpha^2p^2 + \beta^2q^2 + \gamma^2r^2 - 2\alpha\beta pq - 2\beta\gamma qr - 2\alpha\gamma pr = 0 \qquad (1)$$

l'équation de Γ.

Dans ce même système, l'équation générale des circonférences (v. *Journal de Mathématiques spéciales*, 1886, p. 58; ou *Supplément*, 2e édition, p. 170) est :

$$(u\alpha + v\beta + w\gamma)(\alpha + \beta + \gamma) - a^2\beta\gamma - b^2\alpha\gamma - c^2\alpha\beta = 0. \quad (2)$$

Pour que la circonférence Δ qui correspond à cette équation soit osculatrice à Γ, au point c', où cette conique touche AB, il est nécessaire qu'elle passe par c', tangentiellement à AB; de plus, parmi les deux points, autres que c', communs aux courbes Δ, Γ, un doit être confondu avec c'. Ces conditions sont nécessaires et suffisantes; en les exprimant nous obtiendrons l'équation cherchée.

En faisant $\gamma = 0$, les équations (1), (2) donnent :

$$p^2\alpha^2 + q^2\beta^2 - 2pq\alpha\beta = 0,$$

$$u\alpha^2 + v\beta^2 + (u + v - c^2)\alpha\beta = 0.$$

Ces relations étant identiques, on a :

$$\frac{u}{p^2} = \frac{v}{q^2} = \frac{c^2 - u - v}{2pq} = \frac{c^2}{(p+q)^2},$$

d'où l'on déduit : $$q^2u = p^2v = \frac{c^2p^2q^2}{(p+q)^2}.$$

En posant : $$pqc = t\,(p+q), \qquad (3)$$

on a : $$q^2u = t^2, \qquad p^2v = t^2. \qquad (3')$$

Pour avoir w, prenons l'équation de Δ sous la forme :

$$\gamma\left\{t^2\left(\frac{\alpha}{q^2} + \frac{\beta}{p^2}\right) + w(\alpha + \beta + \gamma) - a^2\beta - b^2\alpha\right\} + t^2\left(\frac{\alpha}{q} - \frac{\beta}{q}\right)^2 = 0.$$

Cette équation, combinée avec (1), donne:

1° $$\gamma = 0,$$

et 2° : $$t^2\left(\frac{\alpha}{q^2}+\frac{\beta}{p^2}\right)+w(\alpha+\beta+\gamma)-a^2\beta-b^2\alpha - \frac{t^2 r}{p^2q^2}(\gamma r - 2p\alpha - 2q\beta) = 0.$$

En exprimant que la droite correspondante passe par le point c'

$$\left(\frac{1}{p}, \frac{1}{q}, 0\right),$$

il vient: $$w\frac{p+q}{pq} = \frac{a^2}{q}+\frac{b^2}{p}-\frac{4rt^2}{p^2q^2}-t^2\frac{p+q}{p^2q^2}. \qquad (4)$$

Les relations (3), (3'), (4) résolvent complètement le problème que nous nous étions posé.

Les valeurs de u, v, w étant tirées de ces égalités et portées dans (2), on aura l'équation du cercle osculateur à la conique Γ, au point c'.

3. Calcul du rayon de courbure. — L'équation du cercle osculateur étant connue, on peut tirer de cette équation l'expression du rayon de ce cercle. Mais il se présente, en suivant cette voie, des longueurs de calcul que l'on peut éviter par les considérations qui suivent (*).

En observant que Δ est tangente au côté AB, on peut, utilisant cette remarque, déterminer la droite δ, tangente à Δ, et parallèle à AB. De l'équation de δ, une fois connue, nous déduirons, sans difficulté, le rayon de Δ.

(*) Kœhler a donné *(Exercices de Géométrie analytique,* t. I, p. 165) l'expression du rayon de la circonférence qui correspond à une équation donnée en coordonnées trilinéaires normales :

$$A'x^2 + B'y^2 + C'z^2 + 2F'yz + 2G'zx + 2H'xy = 0. \qquad (K)$$

En posant : $$\Delta = A'B'C' + 2F'G'H' - A'F'^2 - B'G'^2 - C'H'^2,$$

$$\nabla = \begin{vmatrix} a & A' & H' & G' \\ b & H' & B' & F' \\ c & G' & F' & C' \\ o & a & b & c \end{vmatrix},$$

$$E = A' + B' + C' - 2F'\cos A - 2G'\cos B - 2H'\cos C,$$

Kœhler calcule le rayon ρ de la circonférence (K), au moyen de la formule

$$\rho^2 = -8s^2\frac{\Delta}{E\nabla}.$$

Par une méthode différente de celle qu'a suivie Kœhler, nous avons nous-même trouvé que, en coordonnées barycentriques, on a

$$16\rho^2 s^2 = \sum a^2(u-v)(u-w) - \sum ua^2(b^2+c^2-a^2) + a^2b^2c^2.$$

Il resterait, si notre calcul est exact, à vérifier l'identité des deux formules.

Représentons par : $$\gamma = \lambda\ (\alpha + \beta), \tag{5}$$

l'équation de δ ; puis, écrivons Δ sous la forme

$$t^2\left(\frac{\alpha}{q} - \frac{\beta}{p}\right)^2 + \gamma(A\alpha + B\beta + C\gamma) = 0, \tag{6}$$

en posant :
$$\left.\begin{aligned} A &= u + w - b^2, \\ B &= v + w - c^2, \\ C &= w. \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Les égalités (5), (6) donnent:

$$\lambda^2 C(\alpha + \beta)^2 + \lambda(\alpha + \beta)(A\alpha + B\beta) + t^2\left(\frac{\alpha}{q} - \frac{\beta}{p}\right)^2 = 0,$$

ou :
$$\begin{aligned} &\alpha^2\left(C\lambda^2 + A\lambda + \frac{t^2}{q^2}\right) \\ &+ \beta^2\left(C\lambda^2 + B\lambda + \frac{t^2}{p^2}\right) \\ &+ \alpha\beta\left(2C\lambda^2 + \lambda A + \lambda B - 2\frac{t^2}{pq}\right) = 0. \end{aligned}$$

Cette équation devant être un carré parfait, on a

$$\begin{aligned} &\left(2C\lambda^2 + \lambda A + \lambda B - \frac{2t^2}{pq}\right)^2 \\ &= 4\left(C\lambda^2 + A\lambda + \frac{t^2}{q^2}\right)\left(C\lambda^2 + B\lambda + \frac{t^2}{p^2}\right). \end{aligned}$$

De cette relation, après simplifications, on tire :

$$\lambda\left[(A - B)^2 - 4Ct^2\frac{(p+q)^2}{p^2q^2}\right] = 4t^2\left[\frac{A+B}{pq} + \frac{A}{p^2} + \frac{B}{q^2}\right],$$

ou encore, en tenant compte de (3):

$$\lambda\left[(A - B)^2 - 4c^2C\right] = 4t^2\left[\frac{A+B}{pq} + \frac{A}{p^2} + \frac{B}{q^2}\right]. \tag{A}$$

Des formules(3'), (4), (7), on déduit :

$$\frac{A}{p^2} + \frac{B}{q^2} + \frac{(A+B)}{pq} = -4\frac{r(p+q)}{p^3q^3}t^2, \tag{8}$$

puis :
$$(A - B)^2 - 4c^2C = \frac{16pqr}{(p+q)^3}\epsilon^4. \tag{9}$$

D'autre part, l'équation de δ, en tenant compte de la relation

$$\alpha + \beta + \gamma = S,$$

donne :
$$\gamma\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right) = S.$$

Mais, si ρ désigne le rayon du cercle considéré, on a :

$$\gamma = \frac{1}{2} c \times 2\rho = c\rho,$$

et, par suite :
$$c\rho\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right) = S.$$

En observant que les formules (A), (8), (9) donnent :

$$-\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right) = \frac{S^2(p+q)^3}{pqrc^4},$$

et finalement:
$$\rho = -\frac{pqrc^3}{S(p+q)^3}.$$

Une permutation circulaire effectuée sur les lettres a, b, c; p, q, r, donnera la valeur du rayon de courbure au point de contact sur BC; puis, au point de contact sur CA.

4. Démonstration de M. Demoulin. — Voici, d'après une lettre de M. Demoulin, comment il est arrivé, de son côté, à cette remarquable formule (*):

1° Lemme. — *En un point* A *d'une conique on mène une corde* AB, *inclinée de l'angle* φ *sur la tangente* AT. *Cela posé, si une corde* R_1R_2 *parallèle à cette tangente coupe la droite* AB *au point* O, *le rayon de courbure* ρ_A *de la conique au point* A *est donné par la formule*

$$2\rho_A = \frac{AB}{\sin\varphi} \cdot \frac{OR_1 OR_2}{OA \,.\, OB}. \qquad (H)$$

Traçons une corde MN parallèle à AT et distante de cette droite de la quantité $\omega P = \delta$.

Soit O le point commun à MN et à AB; on a, en vertu du théorème de Newton :

$$\frac{\omega M \,.\, \omega N}{\omega A \,.\, \omega B} = \frac{OR_1 \,.\, OR_2}{OA \,.\, OB}. \qquad (1)$$

(*) Tout le paragraphe 4 est emprunté à la lettre citée.

Appelons ρ le rayon du cercle circonscrit au triangle AMN. Des égalités :

$$2\rho = \frac{AM \cdot AN}{\delta},$$

$$\delta = \omega A \sin \varphi,$$

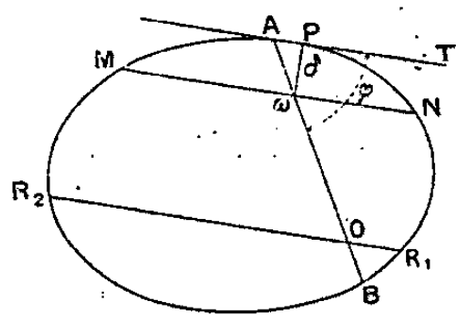


Fig. 1.

on déduit : $$2\rho = \frac{AM \cdot A}{\omega A \cdot \sin\varphi}$$

d'où : $$\omega A = \frac{AM \cdot AN}{2\rho \sin \varphi}.$$

Substituant dans (1), on trouve :

$$\frac{\omega M}{MA} \cdot \frac{\omega N}{AN} \cdot 2\rho \sin \varphi = \omega B \cdot \frac{OR_1 \cdot OR_2}{OA \cdot OB}. \qquad (2)$$

Si δ tend vers O, ω tend vers A et l'on a :

$$\lim \frac{\omega M}{AM} = \lim \frac{\omega N}{AN} = 1, \lim \rho = \rho_A.$$

Passant à la limite dans (2), on trouvera la formule (H).

2° Cette formule établie, nous allons déterminer le rayon de courbure de la conique Γ au point A'.

Soit, en coordonnées barycentriques,

$$\alpha^2 p^2 + \beta^2 q^2 + \gamma^2 r^2 - 2\alpha\beta pq - 2\beta\gamma qr - 2\gamma\alpha rp = 0 \qquad (3)$$

l'équation de la conique en question.

Tirons AA' qui coupe Γ au point O. Par le point A, menons, parallèlement à BC, une droite Δ' qui rencontre la courbe aux points R_1, R_2 (imaginaires conjugués dans le cas de la figure). Soit φ l'angle que fait AA' avec BC. La formule (H) donne :

$$2\rho_{A'} = \frac{A'O}{\sin \varphi} \cdot \frac{AR_1 \cdot AR_2}{AO \cdot AA'},$$

ou, en appelant h la hauteur du triangle ABC, issue du point A,

$$2\rho_{A'} = \frac{A'O}{AO} \cdot \frac{AR_1 \cdot AR_2}{h}. \qquad (4)$$

Tout revient à exprimer en fonction des paramètres p, q, r et des

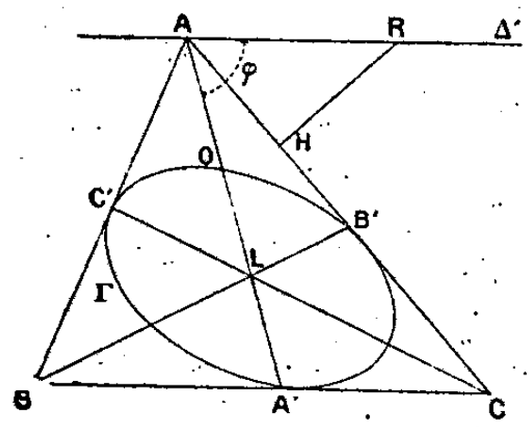


Fig. 2.

éléments du triangle ABC, les quantités :

$$\frac{A'O}{AO}, \; AR_1, \; AR_2.$$

Si, dans (3), on fait $\alpha = 0$, on a:

$$\beta q = \gamma r,$$

équation de AA'. Cherchons les coordonnées du point O et, à cet effet, combinons (3) et (5). Nous obtenons, après des réductions très simples:

$$\alpha p = 4\beta q = 4\gamma r,$$

ou :

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{\frac{1}{4q}} = \frac{\gamma}{\frac{1}{4r}}.$$

On peut donc considérer O comme le point d'application de la résultante de poids :

$$\frac{1}{p}, \; \frac{1}{4q}, \; \frac{1}{4r},$$

appliqués aux sommets A, B, C du triangle. On peut aussi dire que O est le point d'application de la résultante des poids :

$$\frac{1}{p}, \; \frac{q+r}{4qr},$$

appliqués aux points A, A'.

D'après cela, on peut écrire:

$$\frac{A'O}{AO} = \frac{\frac{1}{p}}{\frac{q+r}{4qr}} = \frac{4qr}{p(q+r)}.$$

Cherchons maintenant les valeurs absolues des coordonnées des points R_1, R_2.

L'équation de Δ étant $\gamma + \beta = 0$, remplaçons, dans (3), γ par $-\beta$; puis, faisons $\alpha = 1$, pour avoir les coordonnées absolues. Cette substitution donne:

$$\beta^2(q+r)^2 + 2\beta p(r-q) + p^2 = 0.$$

Les racines β_1, β_2 de cette équation vérifient donc l'égalité :

$$\beta_1\beta_2 = \left(\frac{p}{q+r}\right)^2,$$

β_1 et β_2 désignant les coordonnées β des points R_1 et R_2.

Soit maintenant R un point quelconque de Δ et H la projection orthogonale de ce point sur AC. On a, S désignant la surface du triangle ABC,

$$|\beta| = \frac{b \cdot RH}{2S} = \frac{ab \sin C \cdot AR}{2Sa} = \frac{AR}{a}$$

d'où : $$AR = a|\beta|.$$

Par suite : $$AR_1 \cdot AR_2 = a^2\beta_1\beta_2 = \frac{a^2p^2}{(q+r)^2}. \qquad (7)$$

Remplaçons, dans (4), les quantités $\frac{A'O}{AO}$ et $AR_1 \cdot AR_2$ par les valeurs (6) et (7). Nous obtiendrons la formule définitive:

$$\rho_{A'} = \frac{a^3}{S} \cdot \frac{pqr}{(q+r)^3}. \qquad (H')$$

Remarque. — Si l'on emploie des coordonnées trilinéaires (x, y, z), l'équation de la conique Γ étant :

$$x^2P^2 + y^2Q^2 + z^2R^2 - 2xyPQ - 2yzQR - 2zxRP = 0$$

$$\rho_{A'} = \frac{a^2b^2c^2}{S} \cdot \frac{PQR}{(cQ + bR)^3}. \qquad (H'')$$

3° Voici maintenant quelques applications de la formule (H') :

a) — *Si d'un point* A *du plan d'une conique, on mène, à cette courbe, les tangentes* AB′ *et* AC′, *on a :*

$$\frac{\rho B'}{\rho C'} = \frac{\overline{AB'}^3}{\overline{AC'}^3}.$$

Voici comment on peut établir ce théorème bien connu :
De (2), on déduit:

$$\rho_{B'} = \frac{b^3}{S} \frac{pqr}{(r+p)^3}, \quad \rho_{C'} = \frac{C^3}{S} \cdot \frac{pqr}{(p+q)^3},$$

d'où, par division : $$\frac{\rho B'}{\rho C'} = \frac{b^3}{c^3} \cdot \frac{(p+q)^3}{(r+p)^3}.$$

Or, le second membre, comme il est aisé de le voir, vaut $\frac{\overline{AB'}^3}{\overline{AC'}^3}$; donc, etc.

Remarque. — On peut démontrer ce théorème en partant de la formule (H). (Voir ma note : *Sur diverses conséquences du théorème de Newton*, formule (IV), p. 7.)

b) — Si, en appliquant la formule (H), on suppose le point O placé au centre de la courbe, on obtient la formule :

$$\rho_A = \frac{A^2B^2}{p^3}, \tag{8}$$

p désignant la distance du centre O à la tangente et A, B, les demi-axes de la conique.

c) — La formule (8) permet de calculer très simplement les coordonnées normales du centre de la conique Γ.

Soient x_o, y_o, z_o ces coordonnées. On a :

$$\rho_{A'} = \frac{A^2B^2}{x_o^3}, \text{ etc.,}$$

d'où : $$\rho_{A'} \cdot x_o^3 = \rho_{B'} \cdot y_o^3 = \rho_{C'} \cdot z_o^3,$$

où, en utilisant (H′) :

$$\frac{x_o^3}{(q+r)^3} = \frac{y_o^3}{(r+p)^3} = \frac{z_o^3}{(p+p)^3}.$$

Les coordonnées du centre sont, par conséquent :

$$\frac{x_o}{q+r} = \frac{y_o}{r+p} = \frac{z_o}{p+q}.$$

Le centre est donc le correspondant, dans la transformation *instantanée*, du complémentaire du point L.

d) — Voici un exemple de lieu géométrique :

On considère une conique Γ *touchant les côtés d'un triangle* ABC *aux points* A′, B′, C′. *Les droites* AA′, BB′, CC′ *concourent, comme on sait, en un même point* L. *On demande quel sera le lieu décrit par ce point* L *lorsque la conique* Γ *se déformera de manière que le rayon de courbure en* A′ *reste constant.*

Les coordonnées barycentriques du point L sont p, q, r. D'après la formule (H′), on a :

$$pqr = K(q + r)^3$$

dans laquelle K désigne une constante. C'est l'équation du lieu. Nous remplacerons p, q, r par les coordonnées courantes α, β, γ; de telle sorte que l'équation deviendra

$$\alpha\beta\gamma = K(\beta + \gamma)^3. \qquad (9)$$

Elle représente *une cubique pour laquelle le côté* BC *est une asymptote inflexionnelle.*

En outre, *cette cubique présente un point double en* A *et les tangentes au point double sont les côtés* AB *et* AC.

Enfin, *les parallèles aux deux asymptotes autres que* BC, *issues du point* A *coupent le côté* BC *en deux points* M_1, M_2 *isotomiques par rapport à ce côté.*

Pour le démontrer, prenons des coordonnées barycentriques absolues et faisons

$$\alpha + \beta + \gamma = 1.$$

Au moyen de cette relation, éliminons de (9) la variable α. Nous aurons :

$$(1 - \beta - \gamma)\,\beta\gamma = C(\beta + \gamma)^3$$

ou :

$$\beta^3 + \gamma^3 + \left(3 + \frac{1}{K}\right)\beta\gamma^2 + \left(3 + \frac{1}{K}\right)\beta^2\gamma - \frac{1}{K}\,\beta\gamma = 0.$$

Le faisceau des parallèles aux asymptotes issues du point A est donné par l'équation

$$\beta^3 + \gamma^3 + K'\beta\gamma^2 + K'\beta^2\gamma = 0 \qquad (10)$$

dans laquelle K′ égale $\frac{1}{K} + 3$. Posons $\frac{\gamma}{\beta} = \lambda$.

De (10), on déduit :

$$\lambda^3 + K'\lambda^2 + K'\lambda + 1 = 0.$$

Cette équation admet d'abord la racine $\lambda = -1$ à laquelle correspond

l'asymptote BC. Quant aux deux autres valeurs de λ, que nous appellerons λ_1 et λ_2, elles sont racines de l'équation du second degré,

$$\lambda^2 + (C' - 1)\lambda + 1 = 0.$$

On a donc: $$\lambda_1\lambda_2 = 1.$$

Mais, si la droite $$\gamma = \lambda\beta$$

coupe BC au point M, on a : $\dfrac{BM}{CM} = \lambda$.

Donc : $$\frac{BM_1}{CM_1} = \lambda_1 , \quad \frac{BM_2}{CM_2} = \lambda_2$$

et $$\frac{BM_1}{CM_1} \cdot \frac{BM_2}{CM_2} = \lambda_1\lambda_2 = 1.$$

Ainsi, les points M_1 et M_2 sont isotomiques, sur BC.

e) — Les données étant les mêmes que dans le problème précédent, quel est le lieu décrit par le point L *lorsque l'on a la relation :*

$$\frac{l}{\sqrt[3]{\rho_A}} + \frac{m}{\sqrt[3]{\rho_B}} + \frac{n}{\sqrt[3]{\rho_C}} = 0,$$

l, m, n *désignant des constantes?*

On a : $$\frac{1}{\sqrt[3]{\rho_A}} = \frac{q + r}{a} \sqrt[3]{\frac{S}{pqr}}, \text{ etc.}$$

donc : $$\frac{l(q + r)}{a} + \frac{m(r + p)}{b} + \frac{n(p + q)}{c} = 0.$$

Le lieu du point L est donc une droite.

f) — En prenant les points milieux des côtés du triangle de référence et l'ellipse inscrite correspondant à ces points, l'ellipse de Steiner, comme on l'appelle, il faut supposer

$$p = q = r.$$

On a donc: $$\frac{\rho_{A'}}{a^3} = \frac{\rho_{B'}}{b^3} = \frac{\rho_{C'}}{c^3}.$$

Imaginons donc une ellipse quelconque Γ et un triangle inscrit d'aire maxima A′B′C′; les tangentes à Γ, aux points A′B′C′ forment un

triangle ABC auquel on peut appliquer la remarque précédente, et l'on peut énoncer la proposition suivante:

THÉORÈME. — *Soit* PQR *un triangle d'aire maxima inscrit dans une ellipse; les rayons de courbure aux sommets* P, Q, R *sont proportionnels aux cubes des côtés opposés.*

g) — Si $p+q=0$ et $p+r=0$, les points B′ et C′ sont rejetés à l'infini, c'est-à-dire que les droites AB et AC sont des asymptotes de la conique. Les hypothèses donnent

$$q=r=-p.$$

La formule (1) devient donc:

$$\rho_{A'}=\frac{a^3}{8S},$$

ou, comme: $$ah=2S,$$

$$\rho_{A'}=\frac{S^2}{h^3}.$$

Si la droite BC se déplace en restant tangente à l'hyperbole, S reste constant.

On voit donc que *le rayon de courbure en un point d'une hyperbole est inversement proportionnel au cube de la distance* h *du centre à la tangente*. Cette proposition est connue. (Voir, par exemple, formule (VII) de mon premier mémoire.)

h) — Soit: $$\sum pq=0.$$

La formule H′ donne:

$$\rho_{C'}=\frac{c^3}{S}\,\frac{p^2q^2r^2}{(rp+rq)^3}=\frac{c^3r^3}{pqrS},$$

ou: $$\sqrt{\rho_{C'}}=\frac{cr}{\sqrt[3]{pqrS}},$$

En tenant compte de la relation :

$$\sum\frac{1}{r}=0,$$

On a: $$\sum\frac{c}{\sqrt[3]{\rho_{C'}}}=0.$$

5. — Nous ferons une dernière remarque. M. Ed. Lucas a donné (*)

(*) *Journal de Mathématiques spéciales*, 1885, p. 102.

l'expression du rayon de courbure en un point d'une courbe représentée par l'équation $f(x, y, z) = 0$ *(Coordonnées homogènes)*.

Il serait intéressant de retrouver, par l'application de la formule en question, le résultat donné par M. Demoulin.

M. G. DE LONGCHAMPS

Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée Saint-Louis, à Paris.

LES SOMMETS DANS LES COURBES PLANES

— Séance du 18 septembre 1891 —

1. PRÉLIMINAIRES. — Un point O étant pris sur une courbe plane Γ, si, de O comme centre, avec un rayon infiniment petit, on décrit une circonférence, on obtient un espace infinitésimal, associé au point considéré. Si l'on étudie l'infinitude des éléments géométriques de cet espace, on sera frappé d'un fait qui n'a peut-être pas été signalé jusqu'ici: c'est que les théorèmes qui font connaître ces infinitudes ne sont pas les mêmes, suivant la nature du point O.

Dans le présent mémoire, nous nous bornons à la considération du cas où le point O est soumis aux conditions suivantes :

1° *C'est un point simple, non inflexionnel.*

2° *En ce point, il y a* SUROSCULATION.

On sait que si, en un point d'une courbe plane, le cercle osculateur a un contact du troisième ordre, ce cercle prend le nom de *cercle suroscu-lateur;* les points que nous considérons dans cette Note peuvent donc, pour ce motif, être nommés *points de surosculation* de la courbe considérée. On peut aussi, pour rappeler une autre de leurs propriétés, et pour marquer le rapprochement qu'on peut faire avec les points analogues, relatifs aux coniques, les appeler *sommets* de la courbe.

Nous nous proposons ici l'étude de ces points et, tout particulièrement, celle de l'espace infinitésimal qui les entoure.

PREMIÈRE PARTIE

PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES DES SOMMETS (*)

2. — Prenons pour axes de coordonnées la tangente Ox à Γ au point O et, pour axe Oy, la normale en O.

(*) D'après un renseignement que m'a donné M. G. Darboux, ces points ont fait l'objet des recherches d'Halphen. Mais je n'ai pas retrouvé le mémoire où celles-ci sont développées. Elles porteraient d'ailleurs sur un autre point que celui que je développe dans la présente Note.

Dans les conditions où nous nous sommes placé, l'équation de Γ est :

$$y + ax^2 + bxy + cy^2 + a'x^3 + \ldots + \varphi_m(x, y) = 0, \qquad (1)$$

a n'étant pas nul, puisque l'origine n'est pas un point d'inflexion.

L'équation du cercle de courbure, au point O, sera :

$$y = \lambda(x^2 + y^2). \qquad (2)$$

Les équations (1) et (2) donnent, par combinaison,

$$\lambda^{m-1}(x^2 + y^2)^{m-1} + \lambda^{m-2}(x^2 + y^2)^{m-2}(ax^2 + 2bxy + cy^2) + \lambda^{m-3}y(x^2 + y^2)^{m-3}(a'x^3 + \ldots) + \ldots = 0,$$

ou : $$\lambda^{m-2}(\lambda + a)x^{2m-2} + \lambda^{m-3}(b\lambda + a')x^{2m-3}y + \ldots = 0.$$

Pour que le cercle (2) soit osculateur à la courbe (1), il faut que l'une des droites δ, allant de l'origine aux points communs à (1) et à (2), vienne se confondre avec Ox. On a, d'après cette remarque,

$$\lambda + a = 0. \qquad (3)$$

Pour qu'il y ait *surosculation*, il faut qu'une nouvelle droite δ vienne encore se confondre avec Ox; et l'on a :

$$b\lambda + a' = 0. \qquad (4)$$

Les relations (3), (4) donnent :

$$a' = ab. \qquad (A)$$

Cette égalité est fondamentale dans les développements qui vont suivre. Il ressort encore du calcul précédent les résultats suivants :

1° Le cercle osculateur à l'origine est représenté par :

$$a(x^2 + y^2) + y = 0;$$

2° Le rayon de courbure, en grandeur et en signe, est donné par la formule :

$$\rho = -\frac{1}{2a}.$$

3. — PROPRIÉTÉ CARACTÉRISTIQUE DU RAYON DE COURBURE AUX SOMMETS.

Nous nous proposons de montrer que *le rayon de courbure, aux sommets de la courbe* Γ, *passe par une valeur limite.*

Désignons par M un point infiniment voisin de O, sur Γ.

Prenons, pour variable indépendante, la longueur s de l'arc compté de O en M.

Les coordonnées de M sont :

$$x = As + A's^2 + A''s^3 + \dots$$
$$y = Bs + B's^2 + B''s^3 + \dots$$

Nous démontrerons d'abord que B est nul.

En effet, l'identité :

$$Bs + B's^2 + \dots + a(As + \dots)^2 + \dots \equiv 0 \qquad (5)$$

ne renferme qu'un terme Bs du premier degré en s; celui-ci est donc nul, ce qui donne $B = 0$.

Cela posé, des formules :

$$x = As + A's^2 + A''s^3 + \dots$$
$$y = \quad B's^2 + B''s^3 + \dots,$$

on tire :

$$dx = (A + 2A's + 3A''s^2 + \dots)\,ds,$$
$$dy = (2B's + 3B''s^2 + \dots)\,ds.$$

L'équation de la normale en M :

$$Xdx + Ydy = xdx + ydy,$$

devient :

$$\begin{aligned} &Y(2B's + 3B''s^2 + \dots) + X(A + 2A's + 3A''s^2 + \dots) \\ &\quad = (B's^2 + B''s^3 + \dots)(2B's + 3B''s^2 + \dots) \\ &+ (As + A's^2 + A''s^3 + \dots)(A + 2A's + 3A''s^2 + \dots) \\ &\quad = A^2s + 3AA's^2 + \dots \end{aligned} \qquad (6)$$

Pour trouver l'enveloppe de la normale, différentions cette égalité par rapport à s. Nous avons alors, pour déterminer les coordonnées du centre de courbure, au point M, avec l'équation (6), la relation :

$$\begin{aligned} &Y(2B' + 6B''s + \dots) + X(2A' + 6A''s + \dots) \\ &\quad = A^2 + 6AA's + \dots \end{aligned} \qquad (7)$$

Résolvons (6), (7) par rapport à Y; il vient, après calcul,

$$2AY_1 = \frac{A^2 + 6AA's + \dots}{B' + 3B''s}.$$

Différentions

$$2A\,\frac{dY_1}{ds} = \frac{(6AA' + \dots)(B' + \dots) - (A^2 + \dots)(3B'' + \dots)}{(B' + 3B''s + \dots)^2}.$$

Supposons maintenant que s soit un infiniment petit ; Y_1, à la limite représente le rayon de courbure à l'origine. Si, comme nous le supposons, l'origine est un sommet de la courbe considérée, y_1 *passe par une valeur limite et l'on a, pour* $s = 0$, $dy_1 = 0$.

La formule précédente pouvant s'écrire :

$$2\frac{dY_1}{ds} = \frac{3(2A'B' - AB'') + \alpha s + \beta s^2 + \dots}{(B' + 3B''s + \dots)^2},$$

on voit que la condition cherchée est :

$$2A'B' = AB''. \qquad (8)$$

Cela posé, l'identité (5) donne :

$$B' + A^2 a = 0, \qquad (9)$$

$$B'' + 2aAA' + bAB' + a'A^3 = 0. \qquad (10)$$

Entre (8), (9), (10) on peut éliminer A, A', B', B''.
En effet (8), (9) donnent :

$$B'' + 2aAA' = 0.$$

La relation (10) devient alors :

$$bB' + a'A^2 = 0,$$

et, en tenant compte de (9) :

$$a' = ab.$$

C'est la condition que nous avions trouvée, par une autre voie, pour exprimer que l'origine est un sommet de la courbe Γ.

4. — REMARQUE. — On observera que la propriété en question revient à celle-ci :

Les points de la développée qui correspondent aux sommets de la courbe sont des points de rebroussement de première espèce ;

Ou, encore, à la suivante :

Aux sommets de la courbe correspondent, sur la développée, des points dont la courbure est nulle.

En général, il existe une relation remarquable entre le rayon de courbure d'une courbe et celui de sa développée au point correspondant.

En désignant par Γ la courbe proposée, par Γ' sa développée : si l'on prend un point M sur Γ et si l'on désigne par M' le point correspondant

de Γ'; R, R′ représentant les rayons de courbure, respectivement aux points M, M′, on a :

$$R' = R\frac{dR}{ds}, \text{(*)}$$

ds étant la différentielle de l'arc de Γ, au point M. En particulier, si l'on suppose $dR = 0$, on a $R' = 0$.

5. — RECHERCHE DE LA COURBE QUI, PAR SON INTERSECTION AVEC UNE COURBE DONNÉE Γ, DONNE LES SOMMETS DE CELLE-CI.

Soit : $$f(x,y) = 0, \qquad (11)$$

l'équation de Γ rapportée à deux axes rectangulaires. Transportons ces axes, parallèlement à eux-mêmes, en un point O (α,β) pris sur Γ, et que nous supposons être un sommet de la courbe. Les formules de transformation sont :

$$x = X + \alpha, \quad y = Y + \beta.$$

L'équation (1) devient :

$$X\frac{df}{d\alpha} + Y\frac{df}{d\beta} + \frac{1}{1.2}\left(X\frac{df}{d\alpha} + Y\frac{df}{d\beta}\right)^{(2)}$$
$$+ \frac{1}{1.2.3}\left(X\frac{df}{d\alpha} + Y\frac{df}{d\beta}\right)^{(3)} + \ldots = 0.$$

Effectuons maintenant une rotation d'amplitude φ, autour de l'origine; les nouvelles coordonnées ξ, η sont liées aux anciennes par les égalités :

$$X = \xi\cos\varphi - \eta\sin\varphi,$$
$$Y = \xi\sin\varphi + \eta\cos\varphi.$$

En disposant de φ de façon que les nouveaux axes $o\xi$, $o\eta$ soient, respectivement, la tangente et la normale en O, nous avons, d'abord,

$$\frac{df}{d\beta}\cos\varphi + \frac{df}{d\alpha}\sin\varphi = 0; \qquad (12)$$

et l'équation nouvelle de Γ est :

$$\eta\left(\frac{df}{d\beta}\cos\varphi - \frac{df}{d\alpha}\sin\varphi\right)$$
$$+ \frac{1}{2}\frac{d^2f}{d\alpha^2}(\xi\cos\varphi - \eta\sin\varphi)^2$$
$$+ \frac{d^2f}{d\alpha d\beta}(\xi\cos\varphi - \eta\sin\varphi)(\xi\sin\varphi + \eta\cos\varphi)$$

(*) Voyez *Traité d'Analyse*, par Émile Picard, t. I, 1891, p. 331.

$$+\frac{1}{2}\frac{d^2f}{d\beta^2}(\xi\sin\varphi+\eta\cos\varphi)^2$$
$$+\frac{1}{6}\frac{d^3f}{d\alpha^3}(\xi\cos\varphi-\eta\sin\varphi)^3$$
$$+\frac{1}{2}\frac{d^3f}{d\alpha^2 d\beta}(\xi\cos\varphi-\eta\sin\varphi)^2(\xi\sin\varphi+\eta\cos\varphi)$$
$$+\frac{1}{2}\frac{d^3f}{d\alpha d\beta^2}(\xi\cos\varphi-\eta\sin\varphi)(\xi\sin\varphi+\eta\cos\varphi)^2$$
$$+\frac{1}{6}\frac{d^3f}{d\beta^3}(\xi\sin\varphi+\eta\cos\varphi)^3$$
$$+\ldots\ldots\ldots\ldots=0.$$

Cette équation est de la forme :

$$\eta+a\xi^2+b\xi\eta+c\eta^2+a'\xi^3+\ldots=0,$$

où l'on a posé :

$$a=\frac{\frac{1}{2}\frac{d^2f}{d\alpha^2}\cos^2\varphi+\frac{d^2f}{d\alpha d\beta}\sin\varphi\cos\varphi+\frac{1}{2}\frac{d^2f}{d\beta^2}\sin^2\varphi}{\frac{df}{d\beta}\cos\varphi-\frac{df}{d\alpha}\sin\varphi},$$

$$b=\frac{\left(\frac{d^2f}{d\beta^2}-\frac{d^2f}{d\alpha^2}\right)\sin\varphi\cos\varphi+\frac{d^2f}{d\alpha d\beta}(\cos^2\varphi-\sin^2\varphi)}{\frac{df}{d\beta}\cos\varphi-\frac{df}{d\alpha}\sin\varphi},$$

$$a'=\frac{1}{2}\frac{\frac{1}{3}\frac{d^3f}{d\alpha^3}\cos^3\varphi+\frac{d^3f}{d\alpha^2 d\beta}\cos^2\varphi\sin\varphi+\frac{d^3f}{d\alpha d\beta^2}\cos\varphi\sin^2\varphi+\frac{1}{3}\frac{d^3f}{d\beta^3}\sin^3\varphi}{\frac{df}{d\beta}\cos\varphi-\frac{df}{d\alpha}\sin\varphi}.$$

Or, nous avons vu que si l'origine était un sommet de Γ on devait avoir :

$$a'=ab;$$

Concluons donc que la condition cherchée est :

$$3\left(\frac{d^2f}{d\alpha^2}\cos^2\varphi+2\frac{d^2f}{d\alpha d\beta}\sin\varphi\cos\varphi+\frac{d^2f}{d\beta^2}\sin^2\varphi\right)$$
$$\left\{\left(\frac{d^2f}{d\beta^2}-\frac{d^2f}{d\alpha^2}\right)\sin\varphi\cos\varphi+\frac{d^2f}{d\alpha d\beta}(\cos^2\varphi-\sin^2\varphi)\right\}$$
$$=\left(\frac{d^3f}{d\alpha^3}\cos^3\varphi+3\frac{d^3f}{d\alpha^2 d\beta}\cos^2\varphi\sin\varphi+3\frac{d^3f}{d\alpha d\beta^2}\cos\varphi\sin^2\varphi+\frac{d^3f}{d\beta^3}\sin^3\varphi\right)$$
$$\left(\frac{df}{d\beta}\cos\varphi-\frac{df}{d\alpha}\sin\varphi\right).$$

Cette relation étant homogène en sin φ, cos φ, peut s'écrire, en tenant compte de (12) et en remplaçant α, β par des coordonnées courantes :

$$3\left[\frac{d^2f}{dx^2}\left(\frac{df}{dy}\right)^2 - 2\frac{d^2f}{dxdy}\frac{df}{dy}\frac{df}{dx} + \frac{d^2f}{dy^2}\left(\frac{df}{dx}\right)^2\right]$$

$$\left[\left(\frac{d^2f}{dx^2} - \frac{d^2f}{dy^2}\right)\frac{df}{dx}\cdot\frac{df}{dy} + \frac{d^2f}{dxdy}\left[\left(\frac{df}{dy}\right)^2 - \left(\frac{df}{dx}\right)^2\right]\right]$$

$$= \left[\frac{d^3f}{dx^3}\cdot\left(\frac{df}{dy}\right)^3 - 3\frac{d^3f}{dx^2dy}\left(\frac{df}{dy}\right)^2\left(\frac{df}{dx}\right) + 3\frac{d^3f}{dxdy^2}\left(\frac{df}{dy}\right)\left(\frac{df}{dx}\right)^2 - \frac{d^3f}{dy^3}\left(\frac{df}{dx}\right)^3\right]$$

$$\left[\left(\frac{df}{dy}\right)^2 + \left(\frac{df}{dx}\right)^2\right]. \qquad \text{(B)}$$

Telle est l'équation que nous voulions établir.

6. — On peut arriver à ce résultat par une autre voie.

De la formule : $$\rho^2 = \frac{(1+y'^2)^3}{y''^2}$$

on déduit : $$\rho\frac{d\rho}{dx} = \frac{(1+y'^2)^2}{y''^3}\left[3y''^2y' - y'''(1+y'^2)\right].$$

Par conséquent, l'hypothèse $d\rho = 0$, donne :

$$3y'y''^2 = y'''(1+y'^2)\ (*). \qquad \text{(13)}$$

Mais il nous reste à transformer cette relation au moyen des formules qui donnent y', y'', y''' : $$\frac{df}{dx} + y'\frac{df}{dy} = 0,$$

$$\frac{d^2f}{dx^2} + 2\frac{d^2f}{dxdy}y' + \frac{d^2f}{dy^2}y'^2 + \frac{df}{dy}y'' = 0,$$

$$\frac{d^3f}{dx^3} + 3\frac{d^3f}{dx^2dy}y' + 3\frac{d^3f}{dxdy^2}y'^2 + \frac{d^3f}{dy^3}y'^3 + 3\frac{d^2f}{dxdy}y''$$
$$+ 3\frac{d^2f}{dy^2}y'y'' + \frac{df}{dy}y''' = 0.$$

Posons, pour abréger l'écriture :

$$U = \frac{d^2f}{dx^2}\left(\frac{df}{dy}\right)^2 - 2\frac{d^2f}{dxdy}\frac{df}{dy}\cdot\frac{df}{dx} + \frac{d^2f}{dy^2}\left(\frac{df}{dx}\right)^2,$$

$$V = \left(\frac{d^2f}{dx^2} - \frac{d^2f}{dy^2}\right)\frac{df}{dx}\cdot\frac{df}{dy} + \frac{d^2f}{dxdy}\left[\left(\frac{df}{dy}\right)^2 - \left(\frac{df}{dx}\right)^2\right],$$

(*) Voyez Hermite, *Cours d'Analyse de l'École Polytechnique*, p. 112.

$$W = \frac{d^3f}{dx^3}\left(\frac{df}{dy}\right)^3 - 3\frac{d^3f}{dx^2dy}\left(\frac{df}{dy}\right)^2\left(\frac{df}{dx}\right) + 3\frac{d^3f}{dxdy^2}\left(\frac{df}{dy}\right)\left(\frac{df}{dx}\right)^2 - \frac{d^3f}{dy^3}\left(\frac{df}{dx}\right)^3,$$

$$T = \left(\frac{df}{dy}\right)^2 + \left(\frac{df}{dx}\right)^2.$$

L'équation trouvée plus haut s'écrit sous la forme abrégée :

$$3UV = WT. \tag{14}$$

Avec ces notations, on trouve :

$$\left.\begin{aligned} y''\left(\frac{df}{dy}\right)^3 + U &= 0, \\ \frac{df}{dy}W - 3U\left(\frac{d^2f}{dxdy}\frac{df}{dy} - \frac{d^2f}{dy^2}\frac{df}{dx}\right) + y'''\left(\frac{df}{dy}\right)^5 &= 0. \end{aligned}\right\} \tag{15}$$

Si l'on observe que :

$$V\frac{df}{dy} = U\frac{df}{dx} + T\left(\frac{d^2f}{dxdy}\frac{df}{dy} - \frac{d^2f}{dy^2}\frac{df}{dx}\right), \tag{16}$$

l'équation (13), en utilisant les égalités (15) donne :

$$3\frac{df}{dx}U^2 = T\left[\frac{df}{dy}W - 3U\left(\frac{d^2f}{dxdy} - \frac{d^2f}{dy^2}\frac{df}{dx}\right)\right],$$

ou, par application de l'identité (16),

$$3UV = TW.$$

On retrouve ainsi le résultat déjà obtenu.

7. — Paraboles osculatrices aux sommets. — Avant d'aborder l'étude de l'espace infinitésimal associé aux sommets des courbes planes, nous signalerons une propriété importante, relative aux paraboles osculatrices.

L'équation de la courbe Γ étant, dans la notation adoptée :

$$y + ax^2 + bxy + cy^2 + a'x^3 + \ldots = 0,$$

cherchons l'équation d'une parabole P osculatrice à Γ, à l'origine. En représentant cette parabole par

$$y = (\lambda x + \mu y)^2,$$

le faisceau des droites allant de l'origine aux points communs aux courbes Γ, P, est donné par l'équation :

$$(\lambda x + \mu y)^{2m-2} + (ax^2 + bxy + cy^2)(\lambda x + \mu y)^{2m-4} + y(a'x^3 + \ldots)(\lambda x + \mu y)^{2m-6} + \ldots = 0.$$

Pour que P soit une parabole osculatrice à Γ, il faut et il suffit que, parmi les droites correspondant à cette équation, deux soient confondues avec Ox.

Cette équation étant mise sous la forme :

$$(\lambda^{2m-2} + a\lambda^{2m-4})x^{2m-2} + \{(2m-2)\lambda^{2m-3}\mu + b\lambda^{2m-4} + (2m-4)a\lambda^{2m-5}\mu + a'\lambda^{2m-6}\}x^{2m-3}y + \ldots = 0$$

on a donc, pour déterminer λ, μ, les égalités :

$$\lambda^2 + a = 0 \ (*)$$

$$(2m-2)\lambda^3\mu + b\lambda^2 + (2m-4)a\lambda\mu + a' = 0.$$

On en tire : $2\lambda\mu a = a' - ab.$

Finalement, l'équation de la parabole osculatrice est :

$$y = -ax^2 + \frac{a'-ab}{a}xy - \frac{(a'-ab)^2}{4a^3}y^2$$

ou : $$ay + \left(ax - \frac{a'-ab}{2a}y\right)^2 = 0.$$

Cela posé, si l'origine est un sommet de la courbe Γ, si $a' = ab$, cette équation se réduit, et donne pour l'équation de la parabole osculatrice au sommet considéré : $y + ax^2 = 0.$

Nous pouvons, d'après cela, énoncer le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Au sommet d'une courbe plane, la parabole osculatrice admet pour axe de symétrie la normale à la courbe.*

8. — CONIQUES A CONTACT QUARTIPONCTUEL.

Le théorème précédent peut être généralisé, comme il suit :

Considérons, au lieu d'une parabole osculatrice, une conique quelconque *à contact quartiponctuel.*

La méthode employée tout à l'heure, appliquée à l'équation :

$$y = \lambda x^2 + \mu xy + \nu y^2$$

donne, si la conique a un contact triponctuel $\lambda = -a$; si le contact est quartiponctuel, on trouve :

$$\mu = \frac{-ab + a'}{a}.$$

(*) Cette égalité exige, pour ne pas introduire, sans nécessité, les imaginaires, que a soit négatif. Dans le cas contraire, on doit faire le calcul en prenant l'équation de la parabole osculatrice sous forme :

$$y = -(\lambda x + \mu y)^2.$$

Si le point considéré est un sommet, on a donc $\mu = 0$. De là, le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Au sommet d'une courbe plane, toute conique à contact quadriponctuel admet la normale en ce point pour axe de symétrie.*

9. — On pourrait, assurément, pousser beaucoup plus loin l'étude géométrique des sommets; rechercher, par exemple, si un point peut être, à la fois, un sommet et *un point sextatique*, suivant l'expression de Cayley (*). Mais, sans nous arrêter à cette étude, nous abordons maintenant le sujet que nous avions principalement en vue dans ce mémoire, l'étude de l'espace infinitésimal qui correspond à un sommet.

DEUXIÈME PARTIE

PROPRIÉTÉS DE L'ESPACE INFINITÉSIMAL ASSOCIÉ A UN SOMMET

1. — Considérons, comme nous l'avons fait jusqu'ici, la courbe Γ possédant, en O, un sommet et rapportée à la tangente ox, et à la normale oy.

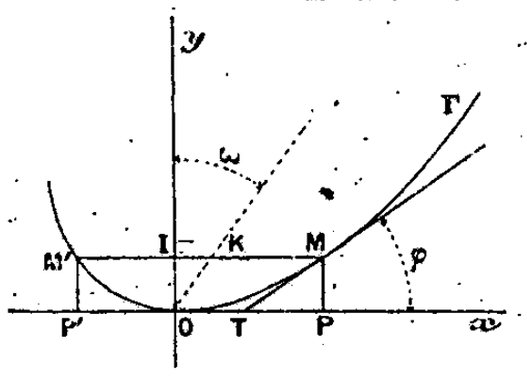


Fig. 1.

Parallèlement à ox, traçons une corde infiniment voisine MM′ qui coupe oy en I. Soit K le milieu de MM′; oK fait avec oy un angle ω, qu'on nomme l'*angle de déviation* (**), ou encore, plus brièvement, l'*aberration* (***), correspondant à la courbure au point O.

Au point M, on peut tracer la tangente qui rencontre ox en T. Nous désignerons par φ l'angle MTx; c'est l'*angle de contingence* correspondant à l'arc infiniment petit OM.

Cela posé, nous allons considérer les principaux théorèmes relatifs à l'infinitude des éléments que nous venons de considérer et nous montrerons comment les propriétés connues doivent être modifiées, lorsque O est un sommet de la courbe.

2. — DÉVELOPPEMENT DE y EN SÉRIE. — Nous aurons besoin, dans la suite, d'une formule fondamentale; nous voulons parler de celle qui donne le développement de y, en série ordonnée suivant les puissances croissantes de x.

Soit :
$$y + ax^2 + bxy + cy^2 + a'x^3 + \ldots = 0, \qquad (1)$$

l'équation de Γ; a n'étant pas nul, comme nous l'avons observé au début de cette note.

(*) Voyez le *Traité de Géométrie analytique de Salmon* (COURBES PLANES, p. 516).
(**) Voyez Transon : *Recherches sur la courbure des lignes et des surfaces.* (Journal de Liouville, 1841.)
(***) Voyez Salmon *(loc. cit.)*, p. 511.

Coupons Γ par une droite Δ infiniment voisine de ox. Soit :

$$y = \alpha x, \qquad (2)$$

l'équation de Δ. Après avoir mis (1) sous la forme

$$x \cdot \frac{y}{x} + x^2\left(a + b\frac{y}{x} + c\frac{y^2}{x^2}\right) + x^3(a' + \ldots) + \ldots = 0,$$

on a : $$\alpha + x(a + b\alpha + c\alpha^2) + x^2(a' + \ldots) + \ldots = 0.$$

La méthode de Puiseux (*) donne pour former la ligne indicatrice correspondante à cette équation, un point A ($o\mathrm{A} = 1$) sur l'axe $o\alpha$, un point B ($o\mathrm{B} = 1$) sur ox. Le coefficient θ de AB *(fig. 2)* est donc égal à 1, et l'on doit poser : $\alpha = \mu x$.

En se reportant à l'équation (3), on trouve, pour déterminer μ, la relation

$$\mu + a = 0.$$

D'après cela, l'équation de la branche MM′ est : $y = x^2(-a + \varepsilon)$. (A′).

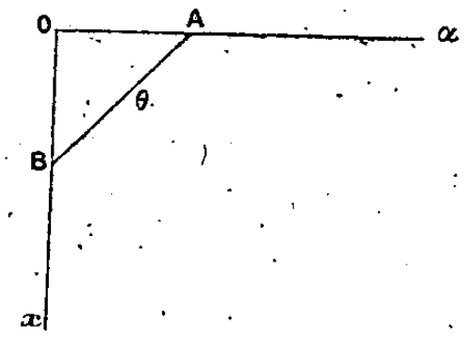


Fig. 2.

Dans cette formule, ε désigne une fonction de x, s'annulant avec x et qui, *en général*, est de la même infinitude que x.

Posons maintenant :

$$y = x^2(-a + \lambda x + \lambda' x^2 + \ldots),$$

la parenthèse représentant un développement fini se terminant par un terme complémentaire, comme celui qui figure dans la formule de mac-Laurin.

Substituons cette valeur de y dans l'équation (1); après avoir divisé par x^3, nous obtenons :

$$\lambda + \lambda' x + \ldots + b(-a + \lambda x \ldots) + cx(-a + \lambda x \ldots)^2 + a' + \ldots = 0.$$

Faisant tendre x vers zéro, nous trouvons

$$\lambda - ab + a' = 0,$$

et, par suite,

$$y = x^2\left[-a + x(ab - a') + \lambda' x^2 \ldots\right]. \qquad (\mathrm{A}'')$$

La fonction ε′ est donc donnée par la formule :

$$\varepsilon' = x(ab - a') + \lambda' x^2 + \ldots;$$

elle est de la première infinitude, quand $ab - a'$ est différent de zéro.

(*) Cette méthode est aujourd'hui classique. On pourra, à ce sujet, consulter notre *Supplément* (2e édition).

3. — APPLICATIONS. — On peut déduire de (A'), par un procédé très méthodique, toutes les propriétés connues relatives à l'infinitude des éléments géométriques, définis plus haut; et, en général, de tous ceux qui correspondent à un tracé effectué dans l'espace infinitésimal de l'origine.

Il est nécessaire d'établir d'abord ces propriétés; nous verrons ensuite comment certaines d'entre elles sont *troublées*, quand l'origine est un sommet de la courbe.

1° La formule (A) donne *(fig. 1)* :

$$\frac{MP}{\overline{OP}^2} = -a + \varepsilon;$$

a étant différent de zéro, on voit que MP est un infiniment petit du second ordre, OP représentant l'infiniment petit principal.

Cette propriété, bien connue, n'est pas troublée lorsque le point O est un sommet.

2° Les égalités :

$$\frac{MP}{\overline{OP}^2} = -a + \varepsilon_1 \qquad \frac{M'P'}{\overline{OP'}^2} = -a + \varepsilon_2$$

donnent d'abord, en observant que $MP = M'P'$,

$$\lim OP = \lim OP',$$

ou :

$$\lim MI = \lim M'I,$$

Ainsi, *la normale en* O *partage une corde perpendiculaire, infiniment voisine de ce point, en deux parties égales.*

Cette propriété subsiste encore (*), si le point O est un sommet.

Mais si nous considérons la différence MI — M'I qui, en général, est un infiniment petit du second ordre (Bertrand, *Calcul différentiel*, p. 556), nous montrerons tout à l'heure que cette proposition n'est plus vraie, au sommet d'une courbe, et que, là, l'infinitude est d'un ordre supérieur.

3° Prenons encore un exemple, celui où l'on considère les tangentes infiniment petites issues, à une courbe, d'un point infiniment voisin.

La relation *(fig. 1)* :

$$TM = \sqrt{y^2 + TP^2},$$

(*) Il n'en est plus de même (comme nous le montrerons dans une note suivante) si O est un point d'inflexion. Alors, une normale infiniment voisine de O ne coupe pas en deux parties égales une corde passant par ce point et perpendiculaire à cette tangente. (Voyez, à ce propos, l'exercice 2, *Journal de Mathématiques spéciales*, 1891, p. 85). Le rapport des segments en question est égal à $\sqrt{\frac{1}{3}}$, si la tangente en O n'a que trois points communs avec la courbe. Nous citons cet exemple entre beaucoup d'autres du même genre, parce qu'il nous paraît bien propre à montrer combien sont délicates toutes les propositions relatives aux infinitudes, propositions qui peuvent être si facilement modifiées, suivant la nature des points que l'on considère.

en observant que $$TP = x - OT$$

donne : $$TM = \sqrt{x^4(-a+\varepsilon)^2 + (x - OT)^2}.$$

Pour avoir OT, on prend l'équation de la tangente en M :

$$X(2ax + by + \ldots) + Y(1 + bx + \ldots) + Z\left[(m-1)y + \ldots\right] = 0;$$

faisant $Y = 0$; on trouve, après calcul,

$$OT = x\frac{a + \ldots}{2a + \ldots} = x\left(\frac{1}{2} + \varepsilon'\right),$$

ε' désignant un infiniment petit.

Finalement $$x - OT = x'\left(\frac{1}{2} - \varepsilon'\right),$$

et l'expression de TM est :

$$TM = x\left\{x^2(a-\varepsilon)^2 + \left(\frac{1}{2} - \varepsilon'\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}},$$

d'où : $$TM = x\left\{\frac{1}{2} - \varepsilon' + \ldots\right\}$$

et, par suite : $$TM - OT = x\,(\varepsilon' + \ldots)\ (*).$$

On voit ainsi que *la différence des tangentes infiniment petites issues d'un point* T, *infiniment voisin d'une courbe* Γ *est d'une infinitude égale à* 2 (Bertrand, *loc. cit.*, p. 555**).

Il faut pourtant observer que cette conclusion suppose que ε' est infiniment petit du premier ordre, ce qui correspond au cas général. Nous allons voir que cette hypothèse ne peut plus être faite, lorsque le point considéré O est un sommet.

Pour le faire remarquer, en passant, les formules :

$$Tg\varphi = -x\frac{2a + bx(-a+\varepsilon) + \ldots}{1 + bx + \ldots},$$

$$Tg\omega = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2x\sqrt{-a+\varepsilon_2}\left(\sqrt{-a+\varepsilon_2} - \sqrt{-a+\varepsilon_1}\right)(-a+\varepsilon_2)}$$

(*) Les expressions trouvées ici pour TM, OT prouvent que le rapport $\frac{TM}{OT}$ a une limite égale à l'unité, *dans tous les cas*. Ainsi, *les tangentes infiniment petites issues, à une courbe, d'un point infiniment voisin, sont égales*.

Ce théorème de géométrie infinitésimale ne comporte pas d'exception, comme le prouve la démonstration indiquée.

(**) La formule donnée *(loc. cit.)* pour exprimer la différence des longueurs des tangentes que nous considérons ici renferme une légère erreur. La valeur principale de cette différence est :

$$\frac{s^2}{6\varrho}\frac{d\varrho}{ds}, \quad \text{et non} \quad \frac{s^2}{12\varrho}\frac{d\varrho}{ds}.$$

Si $d\varrho$ *n'est pas nul*, cette expression est d'une infinitude égale à 2 ; l'hypothèse $d\varrho = 0$ correspond, précisément, au cas d'exception que nous allons examiner plus loin.

donneraient lieu à des observations analogues; mais celle que nous allons examiner suffira à dégager le point important que nous avons voulu signaler et d'après lequel les propriétés infinitésimales peuvent être troublées dans le voisinage de certains points remarquables.

4. — LES INFINIMENT PETITS RELATIFS A UN SOMMET. — Nous pouvons maintenant, — mais il était nécessaire d'établir au préalable les formules qui précèdent, — étudier les infiniment petits associés à un sommet, dans une courbe plane. Pour ne pas étendre inutilement cette Note, nous nous bornerons à un seul exemple; mais nous le traiterons avec les détails nécessaires.

1° Considérons *(fig. 1)* la différence MI — M'I; nous allons montrer qu'elle est du troisième ordre au moins, si l'origine est un sommet, comme nous le supposons maintenant.

L'équation (A″), trouvée plus haut, donne, dans cette hypothèse :

$$y = -ax^2 + x^4(\lambda' + \varepsilon),$$

ε étant un infiniment petit. On en tire :

$$x^2 = \frac{a - \sqrt{a^2 + 4y(\lambda' + \varepsilon)}}{2(\lambda' + \varepsilon)}$$

en prenant seulement la valeur de x^2 qui s'annule en même temps que y.

On a donc :

$$x^2 = \frac{1}{2(\lambda' + \varepsilon)}\left[a - \sqrt{a^2 + 4y(\lambda' + \varepsilon)}\right]^{\frac{1}{2}},$$

ou :
$$x^2 = \frac{1}{2(\lambda' + \varepsilon)}\left[a - \left[a + \frac{2y}{a}(\lambda' + \varepsilon) + \dots\right]\right].$$

On a donc, finalement : $x^2 = -\frac{y}{a} + \mathrm{K}y^2$,

K désignant une fonction de y et de ε, ces lettres étant affectées d'exposants positifs.

De cette formule, on déduit, en faisant successivement, $x = \mathrm{OP}$, puis $x = \mathrm{OP}'$:

$$\overline{\mathrm{OP}}^2 = -\frac{y}{a} + \mathrm{K}_1 y^2,$$

$$\overline{\mathrm{OP}'}^2 = -\frac{y}{a} + \mathrm{K}_2 y^2;$$

et, par suite, $$\mathrm{OP} - \mathrm{OP}' = \mathrm{MI} - \mathrm{M'I} = \frac{(\mathrm{K}_1 - \mathrm{K}_2)y^2}{\mathrm{OP} + \mathrm{OP}'}.$$

Comme y est un infiniment petit du deuxième ordre, OP + OP′ étant

d'ailleurs du premier ordre, on voit que MI — M'I a une infinitude *au moins égale à* 3.

On remarquera qu'il peut arriver que $K_1 = K_2$. Alors, OP — OP' n'est plus un infiniment petit; c'est une quantité *absolument nulle*. Ce fait se présente, aux points qui doivent être considérés, comme constituant un cas particulier de ceux que nous avons étudiés ici; nous faisons allusion aux points qui sont les extrémités d'axes de symétrie dans la courbe proposée.

Il reste à montrer que *cette infinitude n'est pas, en général, supérieure à* 3.

Ce point, plus délicat, peut être démontré comme il suit :

Reprenons les formules qui nous ont servi plus haut *(première partie,* § 3):

$$x = As + A's^2 + A''s^3 + \dots$$

$$y = Bs + B's^2 + B''s^3 + \dots$$

Nous avons montré que si l'origine était un sommet de la courbe, on avait

$$2A'B' = AB''. \qquad (8')$$

Ayant posé : $OM = s', \quad OM' = s'',$

on a : $$MI = As' + A's'^2 + A''s'^3 + \dots$$

$$M'I = As'' + A's''^2 + A''s''^3 + \dots$$

et, par suite (*) :

$$MI + M'I = A(s' + s'') + A'(s'^2 + s''^2) + A''(s'^3 + s''^3) + \dots \qquad (4)$$

En tenant compte de la condition

$$MP = M'P',$$

on a : $$B'(s' + s'') + B''(s'^2 + s''^2 + s's'') + \dots = 0$$

ou, d'après (8') :

$$B'\Big[A(s' + s'') + 2A'(s'^2 + s''^2 + s's'')\Big] + \dots = 0.$$

D'après cette égalité, (4) devient

$$B'(MI + M'I) = -A'B'(s' + s'')^2 + \dots .$$

Le premier terme du second membre est d'une infinitude égale à 4, puisque $s' + s''$, ou OM — OM' est d'une infinitude égale à 2; mais le terme suivant n'est que de l'infinitude 3. Finalement, la différence considérée est, en général, pour un sommet d'une courbe, de l'infinitude 3.

(*) M'I ét ant négatif, MI + M'I représente, en réalité, la différence des segments MI, M'I.

M. Éd. COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

SUR CERTAINES SÉRIES DE TRIANGLES ET DE QUADRILATÈRES

— Séance du 18 septembre 1891 —

§ 1er

PROBLÈME A RÉSOUDRE — SOLUTION GÉOMÉTRIQUE

Le problème que nous avons en vue consiste à *construire un triangle* ABC, *connaissant les centres* A′B′C′ *des carrés construits extérieurement sur ses trois côtés.*

Soit ABC le triangle cherché, que l'on doit déduire du triangle donné

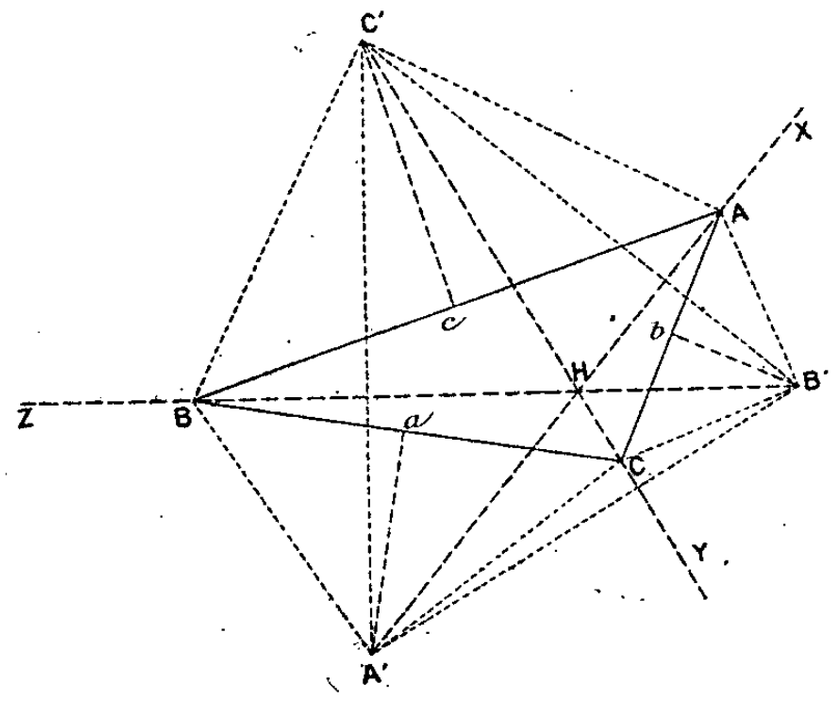


Fig. 1.

A′B′C′, obtenu en joignant deux à deux les centres A′, B′, C′, des carrés extérieurs construits sur BC, CA, AB.

Joignons A′B, A′C, B′C, ... C′B.

Les points A′, B′, C′ sont respectivement situés sur les perpendiculaires

élevées aux milieux a, b, c des côtés du triangle cherché ; de plus, on a $aA' = aB = aC$, et par suite

$$A'B = A'C = \frac{1}{2} BC\sqrt{2},$$

$$B'C = B'A = \frac{1}{2} AC\sqrt{2},$$

$$C'A = C'B = \frac{1}{2} AB\sqrt{2}.$$

L'angle $C'AB'$ surpasse l'angle BAC du triangle cherché, des deux demi-angles droits $C'AB$, CAB' ; et par conséquent

$$\cos C'AB' = -\sin A.$$

Le triangle $C'AB'$ donne donc l'égalité

$$\begin{aligned} \overline{C'B'}^2 &= \overline{C'A}^2 + \overline{B'A}^2 - 2C'A \times B'A \cos C'AB' \\ &= \overline{C'A}^2 + \overline{B'A}^2 + 2C'A \times B'A \sin A \\ &= \overline{C'A}^2 + \overline{B'A}^2 + AC \times AB \sin A. \end{aligned}$$

Or, le produit $AC \times AB \sin A$ est le double de l'aire du triangle cherché ABC. Désignons, pour abréger, cette aire par S. Il viendra

$$\overline{C'B'}^2 = \overline{C'A}^2 + \overline{B'A}^2 + 2S. \tag{1}$$

Le triangle $C'BA'$ donnera de même

$$\overline{C'A'}^2 = \overline{C'B}^2 + \overline{A'B}^2 + 2S.$$

Retranchons ces deux égalités membre à membre, en observant que $C'A = C'B$; il vient

$$\overline{C'B'}^2 - \overline{C'A'}^2 = \overline{B'A}^2 - \overline{A'B}^2 = \overline{CB'}^2 - \overline{CA'}^2. \tag{2}$$

Cette égalité montre que les points C et C′ sont situés sur une même perpendiculaire à la droite finie $A'B'$. Le point cherché C appartient donc à la hauteur du triangle $A'B'C'$, menée par le point C′ perpendiculairement à la base $A'B'$. Il en résulte que, si l'on mène les trois hauteurs du triangle donné, on aura trois droites sur lesquelles les sommets du triangle cherché seront respectivement placés.

Il serait facile de résoudre le problème en s'appuyant sur cette seule

propriété de la figure. Mais une nouvelle remarque simplifie beaucoup la solution. Nous allons démontrer qu'on a $AA' = C'B'$, c'est-à-dire que la distance du centre A′ de l'un des carrés au sommet opposé du triangle ABC est toujours égale à la distance des centres C′ et B′ des deux autres carrés.

Posons, pour abréger l'écriture, $BC = a$, $CA = b$, $AB = c$, $B'C' = a'$, $C'A' = b'$, $A'B' = c'$. Nous aurons d'abord la relation

$$a'^2 = \frac{b^2 + c^2}{2} + 2S.$$

Dans le triangle ABA′, le côté BA′ est égal à $\frac{a}{\sqrt{2}}$, et l'angle ABA′ à $B + \frac{\pi}{4}$, B désignant l'angle du triangle ABC. Faisons $AA' = x$. Nous aurons

$$x^2 = c^2 + \frac{a^2}{2} - ac\sqrt{2}\cos\left(B + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$= c^2 + \frac{a^2}{2} - ac\cos B + ac\sin B.$$

Mais

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ac\cos B,$$

ce qui donne

$$ac\cos B = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2}.$$

De plus

$$ac\sin B = 2S.$$

Donc

$$(3)\quad x^2 = c^2 + \frac{a^2}{2} - \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2} + 2S = \frac{b^2 + c^2}{2} + 2S = a'^2,$$

et le théorème est démontré.

Pour achever le problème, il suffira donc de prendre sur les trois hauteurs du triangle A′B′C′ des quantités $A'A = C'B'$, $B'B = A'C'$, $C'C = A'B'$. Le triangle cherché s'obtiendra en joignant les points A, B, C déterminés par cette construction.

§ 2

SOLUTION ALGÉBRIQUE

Soient a', b', c' les côtés B′C′, C′A′, A′B′ du triangle donné, et a, b, c les côtés BC, CA, AB du triangle cherché.

L'équation (1) revient

$$a'^2 = \frac{b^2}{2} + \frac{c^2}{2} + bc\sin A = \frac{1}{2}(b^2 + c^2) + 2S.$$

Cette équation, appliquée aux trois côtés, donne successivement

$$(4)\qquad \begin{cases} 2a'^2 = b^2 + c^2 + 4S \\ 2b'^2 = c^2 + a^2 + 4S \\ 2c'^2 = a^2 + b^2 + 4S. \end{cases}$$

Ces équations (3), résolues par rapport à a^2, b^2, c^2, donnent les relations

$$(5)\qquad \begin{cases} a^2 = b'^2 + c'^2 - a'^2 - 2S \\ b^2 = c'^2 + a'^2 - b'^2 - 2S \\ c^2 = a'^2 + b'^2 - c'^2 - 2S, \end{cases}$$

qui conduisent à prendre pour inconnue la surface S du triangle cherché.

De l'équation

$$bc \sin A = 2S$$

on tire successivement

$$\sin A = \frac{2S}{bc},$$

$$\cos A = \frac{1}{bc}\sqrt{b^2c^2 - 4S^2}.$$

Substituons cette valeur de cos A dans l'équation

$$a^2 = c^2 + b^2 - 2bc \cos A;$$

il vient

$$(6)\qquad a^2 = c^2 + b^2 - 2\sqrt{b^2c^2 - 4S^2}.$$

Nous substituerons à a^2, b^2, c^2, dans cette dernière équation, leurs valeurs fournies par les équations (4). L'équation finale ne contiendra plus que l'inconnue S. Il vient, après les réductions, et l'élévation au carré du radical isolé dans un membre,

$$S^2 + (a'^2 + b'^2 + c'^2)S + \frac{1}{4}\Big(5(a'^4 + b'^4 + c'^4) - 6(a'^2b'^2 + b'^2c'^2 + c'^2a'^2)\Big) = 0,$$

ce qui donne pour S

$$(7)\ S = -\frac{a'^2 + b'^2 + c'^2}{2} \pm \sqrt{(a'^2 + b'^2 + c'^2)^2 - 2(a'^4 + b'^4 + c'^4)}.$$

Dans cette formule, on doit prendre le radical avec le signe +, si l'on veut assurer à la surface S une valeur positive. Les valeurs négatives de la surface S correspondent au cas où l'on replierait les carrés autour de leur base, pour les rabattre sur le triangle ABC, au lieu de les laisser à

l'extérieur, comme nous l'avons supposé dans notre énoncé. Nous supposerons ici la surface S positive, et nous prendrons le radical avec le signe +.

La solution algébrique indique les conditions de possibilité du problème. On voit d'abord que les angles du triangle A'B'C' doivent être aigus tous trois. En effet, les équations (5), dans lesquelles a^2, b^2, c^2 et S sont positifs, donnent les inégalités

$$(8)\qquad \begin{cases} b'^2 + c'^2 > a'^2, \\ c'^2 + a'^2 > b'^2, \\ a'^2 + b'^2 > c'^2, \end{cases}$$

qui supposent les angles A', B', C' aigus, puisqu'on a toujours

$$a'^2 = b'^2 + c'^2 - 2b'c' \cos A'.$$

Si, par exemple, le triangle donné A'B'C' est rectangle, les équations (5)

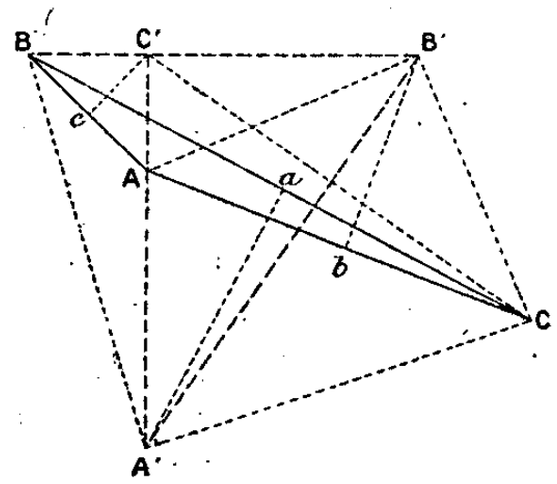


Fig. 2.

ne sont possibles qu'avec une valeur négative pour S ; il y a encore une solution, mais elle suppose les carrés repliés sur le triangle, et non au dehors.

L'équation (7) indique une autre condition pour que la surface S soit réelle. Il faut qu'on ait

$$(a'^2 + b'^2 + c'^2)^2 > 2(a'^4 + b'^4 + c'^4)$$

ou bien

$$(9)\qquad 2(a'^2b'^2 + b'^2c'^2 + a'^2c'^2) > a'^4 + b'^4 + c'^4.$$

Mais cette inégalité est toujours satisfaite dès que le triangle donné existe en réalité. Elle équivaut en effet à l'inégalité suivante

$$c'^4 - 2(a'^2 + b'^2)c'^2 + (a'^2 - b'^2)^2 < 0,$$

inégalité satisfaite dès que c'^2 est compris entre $(a' + b')^2$ et $(a' - b')^2$,

c'est-à-dire dès que c' est compris entre $a'+b'$ et la valeur absolue de $a'-b'$. Au surplus, la fonction

$$\sqrt{(a'^2+b'^2+c'^2)^2-2(a'^4+b'^4+c'^4)}$$

représente le quadruple de la surface du triangle, quantité nécessairement réelle dès que les côtés a', b', c' appartiennent à un triangle effectif.

Substituant la valeur de S dans les équations (5), on obtient pour les carrés des côtés cherchés

$$(10)\quad \begin{cases} a^2=2(b'^2+c'^2)-2\sqrt{(a'^2+b'^2+c'^2)^2-2(a'^4+b'^4+c'^4)},\\ b^2=2(c'^2+a'^2)-2\sqrt{(a'^2+b'^2+c'^2)^2-2(a'^4+b'^4+c'^4)},\\ c^2=2(a'^2+b'^2)-2\sqrt{(a'^2+b'^2+c'^2)^2-2(a'^4+b'^4+c'^4)}. \end{cases}$$

§ 3

SÉRIE DE TRIANGLES

Nous arrivons à la série de triangles qui forme l'objet de la présente Note.

Imaginons que, sur les côtés d'un triangle ABC, on construise les carrés extérieurs et qu'on joigne les centres A′, B′, C′ de ces carrés, de manière à former un second triangle A′B′C′. On passera du triangle ABC, dont les côtés sont a, b, c, au triangle A′B′C′, dont les côtés sont a', b', c', par les équations (4); on reviendra du second triangle au premier par les équations (10).

Nous pouvons imaginer de même qu'on déduise du second triangle A′B′C′ un troisième triangle A″B″C″, en répétant sur A′B′C′ l'opération que l'on a faite sur ABC; et l'on pourra obtenir une série indéfinie de triangles en répétant toujours la même opération sur le dernier triangle obtenu.

Cherchons la loi qui lie ces triangles successifs.

Si l'on retranche l'une de l'autre les équations (5), on obtient les relations

$$(11)\quad \begin{cases} a^2-b^2=2(b'^2-a'^2),\\ b^2-c^2=2(c'^2-b'^2),\\ c^2-a^2=2(a'^2-c'^2). \end{cases}$$

Supposons les côtés a, b, c rangés par ordre de grandeur, et soit

$$a<b<c.$$

Les côtés a', b', c' du triangle suivant seront rangés dans l'ordre inverse, et l'on aura

$$a' > b' > c'.$$

De plus, les différences $b'^2 - a'^2$, $c'^2 - b'^2$, $a'^2 - c'^2$ sont, en valeur absolue, les moitiés des différences $b^2 - a^2$, $c^2 - b^2$, $a^2 - c^2$. Il en résulte que les côtés des triangles successifs sont tels, que les différences de leurs carrés décroissent, en valeur absolue, proportionnellement aux termes de la progression géométrique

$$1, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{4}, \quad \cdots \quad \frac{1}{2^n}.$$

On peut donc répéter l'opération un nombre de fois assez grand, pour que chaque différence $a_n^2 - b_n^2$ soit moindre en valeur absolue que toute quantité donnée. Les carrés des côtés tendent donc vers l'égalité, et il en est de même des côtés eux-mêmes. Par conséquent, les triangles successifs approchent indéfiniment, à mesure qu'on prolonge l'opération, du triangle équilatéral (1).

Quel que soit le premier triangle donné, le second a ses trois angles aigus ; dans les suivants, les angles s'égalisent, et, en quelques opérations, arrivent à des valeurs très peu différentes de 60°.

On peut formuler d'une manière simple cette loi de récurrence, qui fait passer d'un triangle au suivant.

Observons d'abord que l'on a pour un triangle dont les côtés sont a, b, c, en appelant $2p$ le périmètre $a+b+c$, et S la surface,

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = \frac{1}{4}\sqrt{(a^2+b^2+c^2)^2 - 2(a^4+b^4+c^4)}.$$

Il en résulte que le radical de l'équation (7) n'est autre chose que le quadruple de la surface S′ du triangle A′B′C′. Posons, pour abréger l'écriture,

$$a^2 + b^2 + c^2 = T,$$
$$a'^2 + b'^2 + c'^2 = T'.$$

Il viendra pour l'équation (7)

$$S = 4S' - \frac{T'}{2}.$$

Ajoutons ensemble les trois équations (4). Nous aurons

$$2T' = 2T + 12S;$$

(1) Si, au lieu de carrés, on construit sur les côtés d'un triangle donné des triangles équilatéraux, et qu'on joigne les centres de ces triangles, le triangle résultant est lui-même équilatéral ; et l'opération faite sur le triangle équilatéral conduit à un second triangle équilatéral égal au premier.

de sorte que l'on a, entre les valeurs successives des fonctions T et S, appliquées à deux triangles consécutifs,

$$(12)\qquad \begin{cases} T' = T + 6S, \\ S' = S + \dfrac{T}{8}. \end{cases}$$

Ces relations, qui expriment linéairement, en fonction de S et de T, les différences $T' - T$, $S' - S$, permettent de poser les expressions générales des quantités T et S, en fonction du rang du triangle correspondant. Nous donnerons aux triangles successifs

$$ABC, \qquad A'B'C', \qquad A''B''C'', \qquad \ldots \qquad A_nB_nC_n,$$

les numéros

$$0, \qquad 1, \qquad 2, \qquad \ldots \qquad n.$$

Les équations (12), écrites dans la notation du calcul des différences, deviennent

$$\Delta T = 6S,$$

$$\Delta S = \frac{T}{8}.$$

On en déduit

$$\Delta^2 S = \frac{1}{8}\Delta T = \frac{3}{4}S,$$

équation linéaire du second ordre, que l'on intégrera en posant

$$S = Ae^{Kn} + Be^{K'n};$$

A et B sont deux constantes arbitraires, K et K′ sont des coefficients à déterminer. Il vient, en formant les différences de la fonction, quand n reçoit des accroissements égaux à l'unité,

$$\Delta S = A(e^K - 1)e^{Kn} + B(e^{K'} - 1)e^{K'n}$$

$$\Delta^2 S = A(e^K - 1)^2 e^{Kn} + B(e^{K'} - 1)^2 e^{K'n}.$$

Cette dernière expression devant, quel que soit n, être égale aux trois quarts de S, on doit avoir

$$(e^K - 1)^2 = (e^{K'} - 1)^2 = \frac{3}{4}.$$

avec des valeurs distinctes pour K et K'. Il vient donc

$$e^{K} - 1 = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3},$$

$$e^{K'} - 1 = -\sqrt{\frac{3}{4}} = -\frac{1}{2}\sqrt{3}.$$

et par conséquent

$$e^{Kn} = \left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n},$$

$$e^{K'n} = \left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n},$$

et enfin, en mettant l'indice n aux fonctions de rang n,

$$S_n = A\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n} + B\left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n}. \tag{13}$$

La fonction T s'en déduit en observant que l'on a

$$T = 8\Delta S,$$

ce qui donne

$$T_n = 4A\sqrt{3}\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n} - 4B\sqrt{3}\left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n}. \tag{14}$$

Les constantes arbitraires A et B se détermineront d'après le triangle de rang 0. Si l'on appelle S_o sa surface et T_o la somme des carrés des trois côtés, on aura, en faisant $n = 0$ dans les équations (13) et (14),

$$S_o = A + B,$$

$$T_o = 4\sqrt{3}(A - B);$$

d'où résultent les relations

$$A = \frac{1}{2}S_o + \frac{T_o}{8\sqrt{3}},$$

$$B = \frac{1}{2}S_o - \frac{T_o}{8\sqrt{3}},$$

et, en définitive, on a pour les valeurs de S et T les deux équations

$$\begin{cases} S_n = \left(\frac{S_o}{2} + \frac{T_o}{8\sqrt{3}}\right)\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n} + \left(\frac{S_o}{2} - \frac{T_o}{8\sqrt{3}}\right)\left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n}, \\ T_n = 4\sqrt{3}\left[\left(\frac{S_o}{2} + \frac{T_o}{8\sqrt{3}}\right)\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n} - \left(\frac{S_o}{2} - \frac{T_o}{8\sqrt{3}}\right)\left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^{n}\right]. \end{cases} \tag{15}$$

Comme vérification, nous devons trouver, pour n infini, des valeurs de S_n et T_n qui se rapportent au triangle équilatéral. Elles sont infinies toutes deux, mais leur rapport $\frac{S_n}{T_n}$ devient égal à $\frac{1}{4\sqrt{3}}$, c'est-à-dire au rapport de la surface $\frac{a^2\sqrt{3}}{4}$ d'un triangle équilatéral de côté a à la somme $3a^2$ des carrés de ses côtés.

Le rapport $\frac{S}{T}$ de la surface d'un triangle à la somme des carrés des côtés est toujours moindre que l'unité ; il peut différer de zéro d'aussi peu qu'on veut. Sa valeur maximum correspond au cas où les trois côtés sont égaux ; il prend alors la valeur $\frac{1}{4\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{12} = 0{,}1476\ldots$

Le rapport $\frac{S_n}{T_n}$ augmente continuellement à mesure que n augmente, et converge vers sa valeur maximum $\frac{1}{4\sqrt{3}}$, lorsque n augmente indéfiniment.

Les équations (15) font connaître en fonction de n les quantités S_n et T_n; mais elles ne définissent pas encore le triangle de n^e rang, puisqu'il ne peut être donné par deux quantités seulement. Pour achever la solution, il faut recourir aux équations (11), et les appliquer aux triangles successifs. Il vient, en mettant les indices en évidence,

$$\begin{cases} b_1^2 - a_1^2 = -\frac{1}{2}(b_o^2 - a_o^2) \\ c_1^2 - b_1^2 = -\frac{1}{2}(c_o^2 - b_o^2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} b_2^2 - a_2^2 = -\frac{1}{2}(b_1^2 - a_1^2) = +\frac{1}{4}(b_o^2 - a_o^2) \\ c_2^2 - b_2^2 = +\frac{1}{4}(c_o^2 - b_o^2) \end{cases}$$

. . . . . .

$$\begin{cases} b_n^2 - a_n^2 = \left(-\frac{1}{2}\right)^n (b_o^2 - a_o^2) \\ c_n^2 - b_n^2 = \left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 - b_o^2). \end{cases}$$

Rapprochons ces deux dernières équations de la relation

$$T_n = a_n^2 + b_n^2 + c_n^2.$$

Nous aurons tout ce qu'il faut pour déterminer les carrés a_n^2, b_n^2, c_n^2. Il vient

$$a_n^2 = \frac{T_n - 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (b_o^2 - a_o^2) - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 - b_o^2)}{3},$$

$$b_n^2 = \frac{T_n + \left(-\frac{1}{2}\right)^n (b_o^2 - a_o^2) - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 - b_o^2)}{3},$$

$$c_n^2 = \frac{T_n + \left(-\frac{1}{2}\right)^n (b_o^2 - a_o^2) + 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 - b_o^2)}{3},$$

équations qui font connaître les côtés du triangle de rang n au moyen des données spéciales au triangle de rang 0.

On peut simplifier les numérateurs et écrire

$$(16) \qquad \begin{cases} a_n^2 = \dfrac{T_n - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (b_o^2 + c_o^2 - 2a_o^2)}{3}, \\ b_n^2 = \dfrac{T_n - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 + a_o^2 - 2b_o^2)}{3}, \\ c_n^2 = \dfrac{T_n - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (a_o^2 + b_o^2 - 2c_o^2)}{3}. \end{cases}$$

Des valeurs des carrés des côtés on déduit aisément les angles A_n, B_n, C_n du triangle de rang n. On a, en effet, à la fois

$$a_n^2 = b_n^2 + c_n^2 - 2b_n c_n \cos A_n,$$

et

$$\frac{1}{2} b_n c_n \sin A_n = S_n.$$

Donc

$$a_n^2 = b_n^2 + c_n^2 - 4S_n \cos A_n,$$

et par conséquent

$$(17)\qquad \begin{cases} \cot A_n = \dfrac{T_n + 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (b_o^2 + c_o^2 - 2a_o^2)}{12\,S_n}, \\ \cot B_n = \dfrac{T_n + 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 + a_o^2 - 2c_o^2)}{12 S_n}, \\ \cot C_n = \dfrac{T_n + 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (a_o^2 + b_o^2 - 2b_o^2)}{12 S_n}. \end{cases}$$

On déduit de là en ajoutant

$$\cot A_n + \cot B_n + \cot C_n = \frac{T_n}{4S_n}.$$

Lorsque le premier triangle est isocèle et qu'on a, par exemple, $a_o = b_o$, on aura aussi $a_n = b_n$, $A_n = B_n$, et tous les triangles de la série seront isocèles.

Les droites $A_{n-1}A_n$, $B_{n-1}B_n$, $C_{n-1}C_n$ sont les hauteurs du triangle $A_nB_nC_n$; elles concourent en un point H_n qui varie, en général, d'un triangle au suivant. On a de plus les égalités $A_{n-1}A_n = B_nC_n$, $B_{n-1}B_n = A_nC_n$, $C_{n-1}C_n = A_nB_n$. Mais il existe un point commun à tous ces triangles : ils ont tous le même centre de gravité.

Ce théorème s'applique, non seulement au triangle, mais encore à un polygone d'un nombre quelconque de côtés, moyennant qu'on le formule de la manière suivante :

Si, sur les côtés d'un polygone de n *côtés, on construit extérieurement* n *carrés, et qu'on place aux centres de ces carrés* n *masses égales, le centre de gravité de ces* n *masses égales coïncide avec celui de* n *masses égales placées aux sommets du polygone*, ou, ce qui revient au même, aux milieux de ses côtés.

Ce théorème rentre comme cas particulier dans un théorème plus général, savoir :

Lorsque des forces $F_1, F_2, F_3, \ldots F_n$, appliquées en des points $A_1, A_2 \ldots A_n$, ont une résultante de translation nulle, le centre de gravité des points $A_1, A_2, \ldots A_n$ coïncide avec le centre de gravité des extrémités des droites représentatives des forces appliquées en ces points.

Prenons en effet pour origine le centre de gravité G des points $A_1, A_2, \ldots A_n$; si l'on appelle x_i, y_i, z_i les coordonnées du point A_i, et X_i, Y_i, Z_i les composantes de la force F_i appliquée en ce point, on pourra regarder

$x_i + X_i$, $y_i + Y_i$, $z_i + Z_i$ comme les coordonnées de l'extrémité de la droite représentative de la force F_i. Or, on a par hypothèse

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i = 0,$$

puisque l'origine est au centre de gravité des points A,

et
$$\sum_{i=1}^{i=n} X_i = 0,$$

puisque la résultante de translation des forces F est nulle.

Donc on a aussi

$$\sum_{i=1}^{i=n} (X_i + x_i) = 0,$$

ce qui démontre que les points $(x_i + X_i)$, $y_i + Y_i$, $z_i + Z_i$, ont aussi pour centre de gravité l'origine.

Cela posé, si, au milieu de chaque côté AB d'un polygone plan, on élève une perpendiculaire PA′, égale ou proportionnelle à AB, on pourra regarder les droites PA′ comme représentant des forces qui, appliquées au polygone, se font équilibre et ont une résultante de translation nulle ; donc le centre de gravité des points A′ coïncide avec le centre de gravité des points P, lequel coïncide avec le centre de gravité des sommets A, B, ... du polygone.

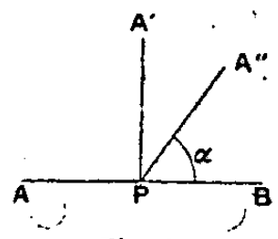


Fig. 3.

La même conclusion s'étendrait aux points A″, extrémités de forces PA″ proportionnelles à AB, et faisant avec le côté AB correspondant un angle α constant.

Avant d'abandonner les triangles, nous chercherons l'angle φ dont il

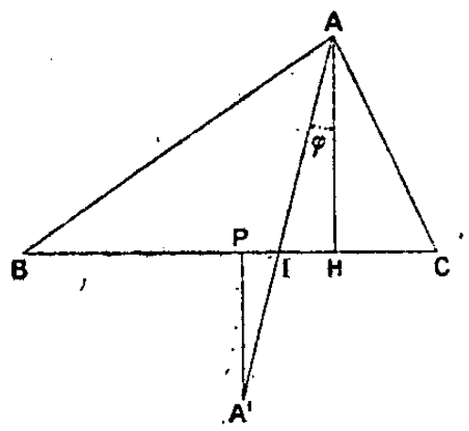


Fig. 4.

faut faire tourner l'une des hauteurs AH du triangle ABC pour l'amener à coïncider avec la hauteur A′A du triangle suivant A′B′C′. Cet angle φ a

pour tangente trigonométrique le rapport $\frac{IH}{AH}$. Or, on a dans les triangles PIA′, AHI, la proportion

$$\frac{IH}{PH} = \frac{AH}{PA' + AH} = \frac{h}{\frac{a}{2} + h} = \frac{2h}{2h + a},$$

h désignant la hauteur AH du triangle ABC.

Donc

$$\frac{IH}{AH} = \frac{2PH}{2h + a}.$$

Le segment PH est la différence entre $BH = c \cos B$ et $BP = \frac{a}{2}$, et $c \cos B$ est donné par l'équation

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B.$$

Donc $$PH = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2a} - \frac{a}{2} = \frac{c^2 - b^2}{2a}.$$

Donc enfin

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{c^2 - b^2}{2ah + a^2} = \frac{c^2 - b^2}{a^2 + 4S},$$

S étant la surface du triangle.

Soit n le rang dans la série du triangle considéré. On aura

$$c^2 - b^2 = \left(-\frac{1}{2}\right)^n (c_o^2 - b_o^2),$$

et par conséquent

$$\operatorname{tang} \varphi_n = \left(-\frac{1}{2}\right)^n \frac{c_o^2 - b_o^2}{a_n^2 + 4S_n}.$$

L'angle φ_n représente l'angle formé par la hauteur A_nA_{n-1} du triangle de rang n, avec la hauteur A_nA_{n+1} du triangle suivant. On aura de même pour les autres angles

$$\operatorname{tang} \varphi'_n = \left(-\frac{1}{2}\right)^n \frac{a_o^2 - c_o^2}{b_n^2 + 4S_n},$$

$$\operatorname{tang} \varphi''_n = \left(-\frac{1}{2}\right)^n \frac{b_o^2 - a_o^2}{c_n^2 + 4S_n}.$$

Les angles φ, φ' φ'' changent de signe à chaque fois qu'on passe d'un triangle au suivant, et ils décroissent indéfiniment en valeur absolue,

puisque les numérateurs des formules qui donnent leurs tangentes décroissent comme les termes de la progression géométrique $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \ldots$ et que les dénominateurs augmentent indéfiniment.

Les trois angles pris pour un même triangle satisfont à la relation

$$(a_n^2 + 4S_n) \operatorname{tang} \varphi_n + (b_n^2 + 4S_n) \operatorname{tang} \varphi_n' + (c_n^2 + 4S_n) \operatorname{tang} \varphi_n'' = 0.$$

Dès que n est un peu grand, les côtés a_n, b_n, c_n sont très près de l'égalité ; en même temps, les tangentes des angles sont égales sensiblement aux arcs eux-mêmes ; de sorte qu'on a approximativement l'équation

$$\varphi_n + \varphi_n' + \varphi_n'' = 0.$$

§ 4

CAS PARTICULIER DU TRIANGLE RECTANGLE

Lorsque le triangle ABC est rectangle en A, les trois points B′, A, C′ sont en ligne droite, et dans le triangle A′B′C′ qu'on en déduit, la hauteur AA′ est égale à la base C′B′. Si donc on achève le carré C′B′EF sur le côté C′B′, le point A′ appartiendra au côté opposé EF.

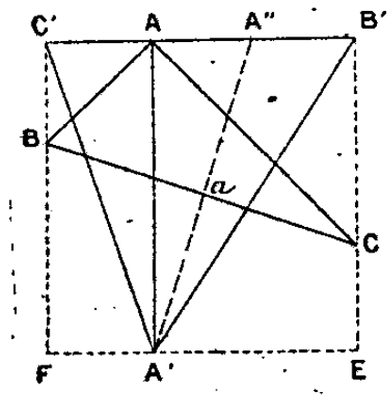


Fig 5.

Étant donné le triangle A′B′C′, on reconnaîtra que le triangle ABC dont il dérive est rectangle en A, en vérifiant que la hauteur A′A est égale à C′B′. On achèvera la solution en menant en A les bissectrices des angles C′AA′, B′AA′, ce qui donne les côtés AB, AC de l'angle droit ; et en joignant BC, ce qui donne l'hypoténuse. La droite A′a, qui joint le point A′ au milieu de BC, c'est-à-dire au centre du carré C′B′EF, coupe le côté C′B′ en un point A″ qui est le centre du carré construit sur l'hypoténuse et rabattu sur le triangle ; et l'on a B′A″ = C′A. Si l'on applique les formules (16) et (17) au cas du triangle rectangle, en faisant $a_0^2 = b_0^2 + c_0^2$, elles deviennent

$$(16') \quad \begin{cases} a_n^2 = \dfrac{T_n + \left(-\frac{1}{2}\right)^n a_0^2}{3}, \\ b_n^2 = \dfrac{T_n - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (2c_0^2 - b_0^2)}{3}, \\ c_n^2 = \dfrac{T_n - \left(-\frac{1}{2}\right)^n (2b_0^2 - c_0^2)}{3}; \end{cases}$$

$$(17') \quad \begin{cases} \cot A_n = \dfrac{T_n - 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n a_o^2}{12S_n}, \\ \cot B_n = \dfrac{T_n + 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (2c_o^2 - b_o^2)}{12S_n}, \\ \cot C_n = \dfrac{T_n + 2\left(-\frac{1}{2}\right)^n (2b_o^2 - c_o^2)}{12S_n}. \end{cases}$$

On pourrait étudier de même la série de triangles que l'on obtiendrait en repliant sur le triangle les carrés construits sur les côtés, au lieu de les placer au dehors. Ainsi que nous l'avons fait remarquer, cette construction se traduit algébriquement par le changement de S en — S, et les formules obtenues s'appliquent encore, moyennant cette transformation. Si l'on appelle S'_n, T'_n la surface et la somme des carrés du triangle n° n obtenu en repliant toujours les carrés sur les triangles successifs, et S_n, T_n les quantités analogues pour le triangle n° n obtenu en construisant les carrés extérieurs, on aura entre ces quantités les relations

$$S_n + S'_n = S_o\left[\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^n + \left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^n\right],$$

$$T_n + T'_n = T_o\left[\left(1 + \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^n + \left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{3}\right)^n\right].$$

§ 5

APPLICATION AU QUADRILATÈRE

Soit ABCD un quadrilatère, dont nous représenterons les côtés par les lettres $a = AB$, $b = BC$, $c = CD$, $d = DA$. Soient k, l, m, n les milieux des côtés, et A′, B′, C′, D′ les centres des carrés construits *extérieurement* sur chacun d'eux ; ce qui revient à prendre sur les perpendiculaires kA', lB', mC', nD' des longueurs égales respectivement à $\frac{a}{2}$, $\frac{b}{2}$, $\frac{c}{2}$, $\frac{d}{2}$.

Appelons a', b', c', d' les longueurs des côtés du quadrilatère A′B′C′D′, a' désignant le côté A′B′. Nous aurons, comme on l'a vu pour le triangle,

$$d'^2 = \frac{a^2 + d^2}{2} + ad \sin A = \frac{a^2 + d^2}{2} + 2\Omega,$$

en appelant Ω l'aire du triangle ADB, et A l'angle du quadrilatère DAB. De même on aura

$$b'^2 = \frac{b^2 + c^2}{2} + 2\Omega',$$

Ω′ étant l'aire du triangle BCD, qui, réuni au triangle ABD, complète le

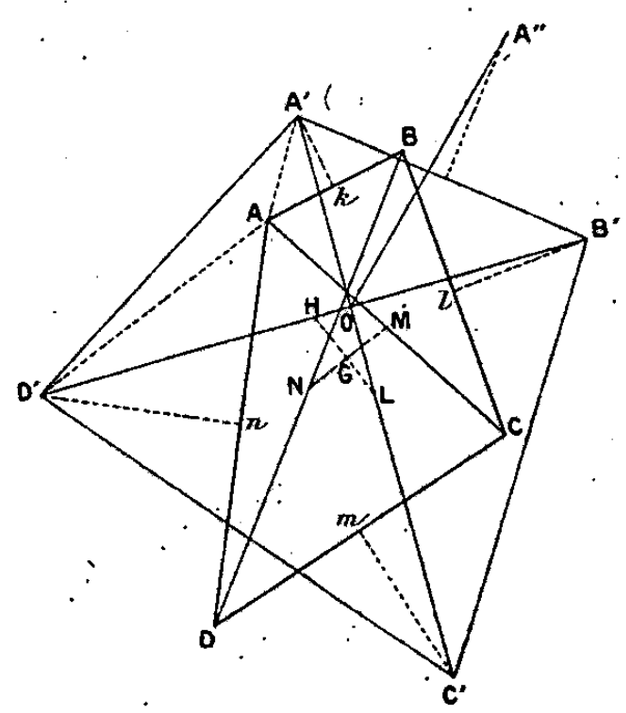


Fig. 6.

quadrilatère. On aura donc, en ajoutant ces deux équations,

$$b'^2 + d'^2 = \frac{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}{2} + 2(\Omega + \Omega') = \frac{T}{2} + 2S,$$

en appelant S la surface du quadrilatère ABCD, et T la somme des carrés de ses côtés.

On aurait de même, en menant la diagonale AC, qui partage la surface S en deux autres triangles ABC, ADC

$$a'^2 + c'^2 = \frac{T}{2} + 2S$$

et par conséquent

$$a'^2 + c'^2 = b'^2 + d'^2.$$

Le quadrilatère A′B′C′D′ a donc cette première propriété que *les sommes des carrés des côtés opposés sont égales.*

Soit T′ la somme $a'^2 + b'^2 + c'^2 + d'^2$ des carrés des côtés du quadrilatère A′B′C′D′. On aura

$$T' = 2(a'^2 + c'^2) = T + 4S. \tag{18}$$

De l'égalité $a'^2 + c'^2 = b'^2 + d'^2$ on déduit d'ailleurs

$$a'^2 - d'^2 = b'^2 - c'^2,$$

ou bien $$\overline{A'B'}^2 - \overline{A'D'}^2 = \overline{C'B'}^2 - \overline{C'D'}^2,$$

égalité qui montre que *les droites* A′C′, B′D′, *diagonales du quadrilatère* A′B′C′D′, *se coupent à angle droit, quel que soit le quadrilatère donné* ABCD.

Nous pouvons ajouter que *les diagonales* A′C′, B′D′ *sont égales.*

Pour le démontrer, nous allons résoudre le problème inverse, c'est-à-

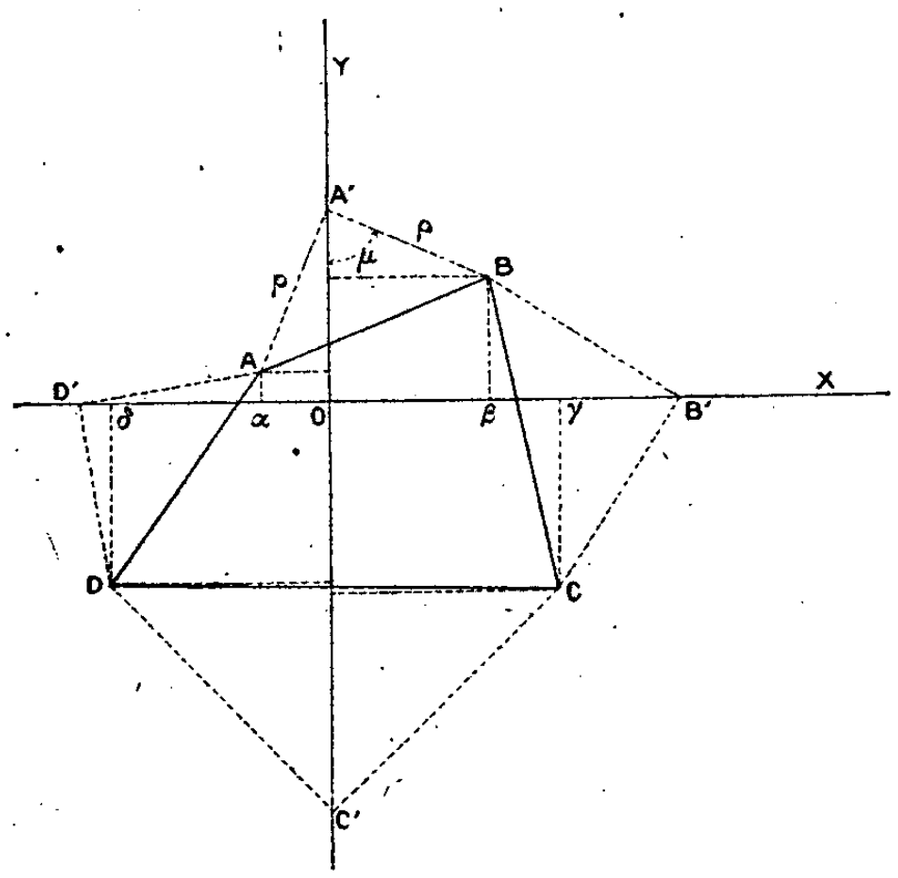


Fig. 7.

dire essayer de retrouver le quadrilatère ABCD, connaissant le quadrilatère A′B′C′D′, dans lequel les diagonales A′C′, B′D′ se coupent à angle droit au point O. Nous définirons les positions des points A, B, C, D, A′, B′, ... par les coordonnées de ces points rapportées aux axes rectangulaires OX, OY, qui coïncident avec les deux diagonales ; nous définirons les points donnés A′, B′, C′, D′ par les segments $OA' = p$, $OC' = q$, $OB' = r$, $OD' = s$; de sorte que les coordonnées des points

A′	B′	C′	D′

seront respectivement

$x = 0$	$x = r$	$x = 0$	$x = -s$
$y = p$	$y = 0$	$y = -q$	$y = 0$

Prenons sur une droite A′B, menée arbitrairement par le point A′, et définie par l'angle $BA'O = \mu$, une longueur $A'B = \rho$ arbitraire ; portons cette même longueur en A′A′, sur la perpendiculaire à A′B menée au point A. Les coordonnées des points B et D seront

$$\text{Pour B} \begin{cases} x = \rho \sin \mu, \\ y = p - \rho \cos \mu ; \end{cases}$$

$$\text{Pour A} \begin{cases} x = -\rho \cos \mu, \\ y = p - \rho \sin \mu. \end{cases}$$

Au point B′ faisons l'angle droit BB′C, et prenons $B'C = BB'$. Si l'on projette les points B et C en β, γ sur l'axe OX, on aura $B'\gamma = B\beta$, $C\gamma = B'\beta$; il en résulte que les coordonnées du point C ont pour valeurs

$$x = r - (p - \rho \cos \mu) = r - p + \rho \cos \mu,$$

$$y = -r + \rho \sin \mu.$$

Faisons de même l'angle droit au point C′, en prenant $C'D = C'C$. Les coordonnées de D seront

$$x = -q + r - \rho \sin \mu,$$

$$y = -q + r - p + \rho \cos \mu.$$

Pour que nous ayons résolu le problème, il faut et il suffit que l'angle AD′D soit droit, et qu'on ait $D'A = D'D$, ou, ce qui revient au même, qu'en projetant A et D en α et δ sur l'axe OX, on ait $D'\alpha = D\delta$, et $D'\delta = A\alpha$; c'est-à-dire qu'on ait les deux relations

$$s - \rho \cos \mu = q - r + p - \rho \cos \mu$$

$$s - q + r - \rho \sin \mu = p - \rho \sin \mu ;$$

les termes en $\rho \sin \mu$ et $\rho \cos \mu$ se détruisent, et il reste la condition unique

$$s + r = p + q,$$

c'est-à-dire l'égalité des diagonales A′C′, B′D′.

Si les diagonales sont égales, le quadrilatère ABCD se fermera, quel que soit le point B pris pour point de départ. Si elles sont inégales, le problème sera impossible. La construction du quadrilatère ABCD, étant donné le quadrilatère A′B′C′D′, est donc possible d'une infinité de manières, ou bien impossible ; et les conditions de possibilité sont : 1° que

les deux diagonales du quadrilatère donné soient rectangulaires ; 2° qu'elles soient égales.

Remarques. — I. Lorsque nous avons étudié le triangle, nous avons reconnu que les droites AA′, BB′, CC′ étaient les hauteurs du triangle A′B′C′, et que, de plus, on avait AA′ = B′C′, BB′ = A′C′, etc. Ces théorèmes résultent immédiatement des propositions qu'on vient d'établir pour le quadrilatère. On peut, en effet, regarder le triangle ABC comme un quadrilatère qui aurait en A un côté nul. Le point A sera le centre du carré construit sur ce côté nul. Le quadrilatère ABCA ainsi conçu conduit donc au quadrilatère A′B′AC′ ; dans ce dernier, les diagonales sont rectangulaires et égales, et par conséquent A′A est à angle droit sur B′C′, et on a l'égalité A′A = B′C′. La droite A′A est la hauteur du triangle A′B′C′, et l'on retrouve les théorèmes relatifs au triangle comme cas particuliers des théorèmes correspondants établis pour le quadrilatère.

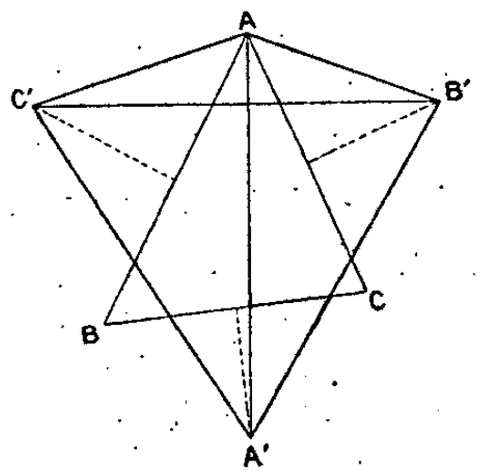


Fig. 8.

II. Le centre de gravité des quatre points A, B, C, D supposés doués chacun d'une même masse, coïncide avec le centre de gravité des quatre points A′ B′, C′ D′. Or, le premier centre de gravité est au milieu G de la droite MN qui joint les milieux des diagonales AC, BD ; le centre de gravité du second groupe est au milieu de la droite LH qui joint les milieux des diagonales A′C′, B′D′. Ces deux droites finies LH, MN se coupent donc mutuellement au point G en deux parties égales.

III. Sur les côtés du second quadrilatère A′B′C′D′ nous pouvons construire de nouveaux carrés, dont nous prendrons les centres A″, B″, C″, D″. Considérons en particulier le centre A″.

Si l'on joint OA″, cette droite sera la bissectrice de l'angle droit A′OB′ ; et par conséquent les sommets du troisième quadrilatère A″B″C″D″ sont respectivement situés sur les bissectrices des angles formés par les diagonales du second A′B′C′D′. Les diagonales A″C″, B″D″ font des angles égaux à un demi angle droit avec les diagonales A′C′, B′D′. On a de plus A″C″ = B″D″, comme on a A′C′ = B′D′.

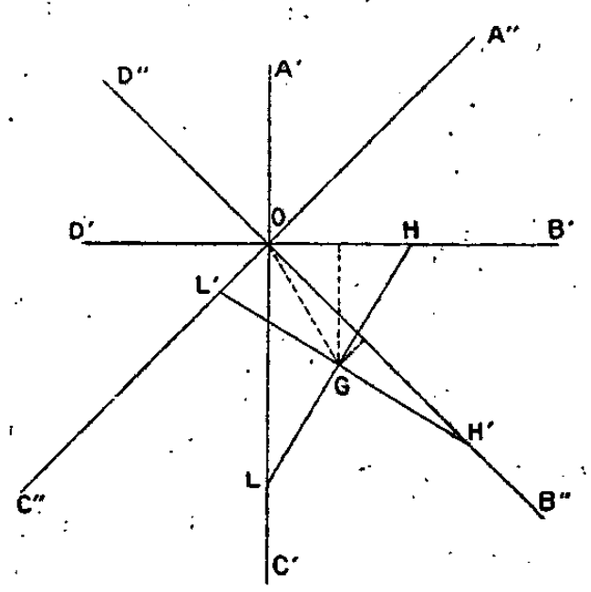


Fig. 9.

Si l'on construit encore un quatrième quadrilatère en joignant les centres des carrés élevés extérieurement au troisième quadrilatère, les sommets de ce nouveau quadrilatère seront

situés sur les bissectrices des diagonales du troisième, c'est-à-dire sur les droites A′C′, B′D′; et ainsi de suite alternativement.

IV. Dans toute cette série de quadrilatères, dont les sommets alternent sur deux groupes A′C′, B′D′ et A″C″, B″D″ de droites fixes, il y a deux points qui restent invariables, le point O où ces droites concourent, et le centre de gravité G commun aux quatre sommets de chaque quadrilatère. Par le point G faisons passer les deux droites qui, limitées aux côtés de l'angle B′OC′, puis aux côtés de l'angle B″OC″ où le point G est compris, sont divisées en ce point en deux parties égales. Nous obtenons ainsi deux droites LH, L′H′, toutes deux égales au double de la distance GO, et les points H, H′, L, L′, sont les milieux des diagonales de tous les quadrilatères successifs dont les sommets sont sur les droites rectangulaires OB′, OC′, ou OB″, OC″ ; de sorte que les milieux des diagonales tombent en des points fixes, situés alternativement sur chacun des deux groupes de droites.

V. Nous appellerons dans ce qui suit *excentricité* d'un quadrilatère la distance des milieux de ses diagonales. Lorsque l'excentricité est nulle, le quadrilatère devient un parallélogramme, c'est-à-dire un quadrilatère à centre. Les distances MN, LH, L′H′ sont, dans les figures précédentes, les excentricités respectives des quadrilatères ABCD, A′B′C′D′, A″B″C″D″. On pourra donc dire, en se servant de cette définition, que *tous les quadrilatères à partir de* A′B′C′D′ *ont des excentricités égales.*

VI. Étant donné un polygone fermé de n côtés, imaginons qu'on forme un nouveau polygone en joignant les centres des carrés construits extérieurement sur les côtés du polygone donné ; qu'on répète la même opération sur les côtés du second polygone, ce qui en fournit un troisième; qu'on répète encore l'opération sur le troisième, et ainsi de suite. Les polygones successifs que l'on obtient par cette construction différeront de moins en moins du polygone régulier de n côtés, à mesure qu'on la prolonge. On pourrait le démontrer analytiquement, comme nous l'avons fait pour le triangle ; mais, sans faire aucun calcul, on reconnaît que l'opération, à mesure qu'elle se répète, fait intervenir de la même manière, pour la construction des côtés successifs, un nombre de plus en plus grand de côtés et d'angles consécutifs pris en cercle le long du contour primitif. Dans ces conditions, les côtés du dernier polygone obtenu, et ses angles, tendent respectivement vers l'égalité qui caractérise le polygone régulier.

Les quadrilatères successifs

$$ABCD, \qquad A'B'C'D', \qquad A''B''C''D'', \qquad \ldots$$

tendent donc vers le carré. L'excentricité des quadrilatères obtenus reste

la même, il est vrai. Mais cette excentricité, restant constante, s'annule en réalité par rapport aux côtés, qui croissent au delà de toute limite.

§ 6

ÉTUDE DE LA SÉRIE DES QUADRILATÈRES

Nous chercherons d'abord la loi des segments successifs OA′, OA″, OA‴, ..., comptés à partir de l'origine O alternativement sur les droites OY′, OY qui s'y coupent.

Soit pour le quadrilatère A′B′C′D′, c'est-à-dire celui que nous désignerons par le n° 1,

$$p_1 = OA', \qquad q_1 = OC', \qquad r_1 = OB', \qquad s_1 = OD'.$$

Ces quantités satisfont à l'équation $p_1 + q_1 = r_1 + s_1 = k$.

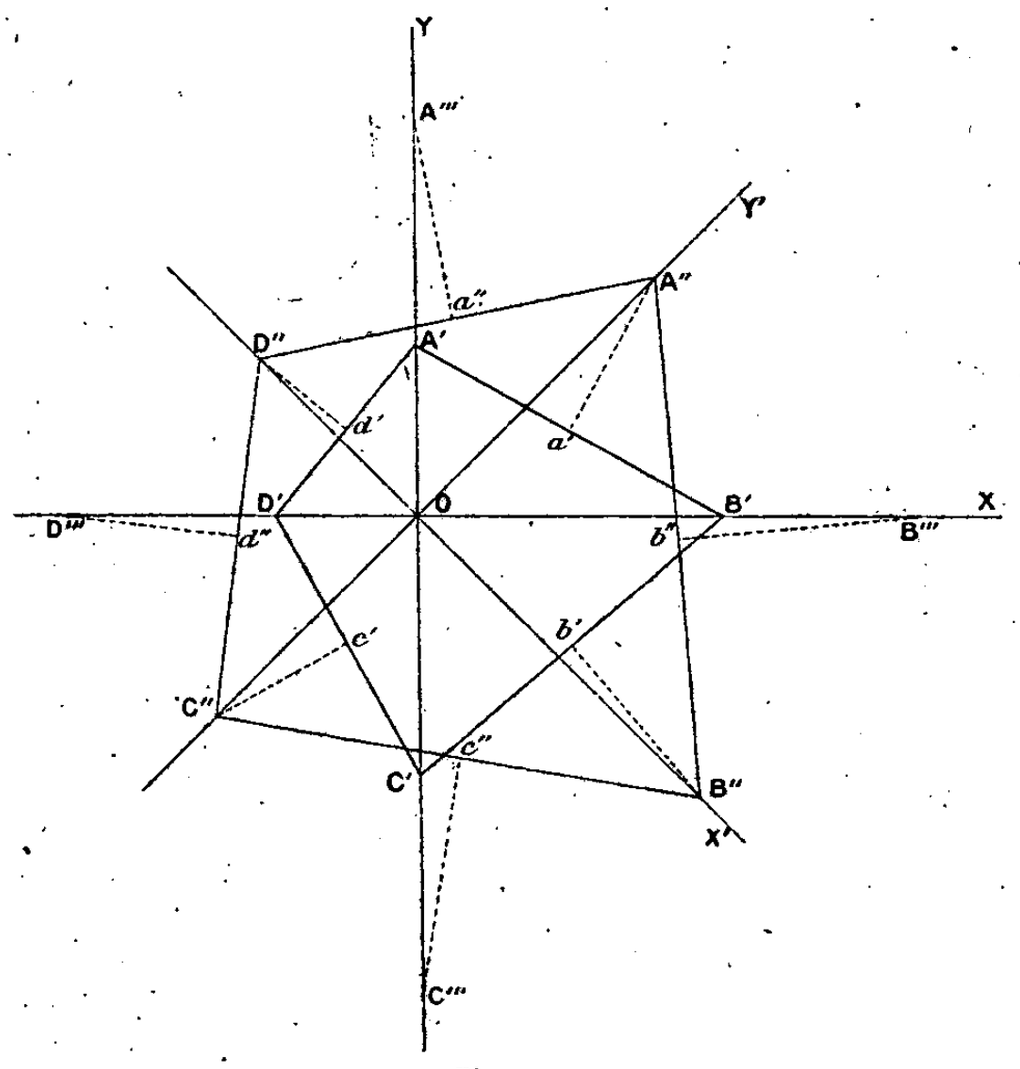


Fig. 10.

Rapportons aux axes OX, OY les points A″, B″, C″, D″, situés sur les bissectrices de ces axes. Nous aurons

Pour A″ les coordonnées $x = \quad y = \frac{p_1 + r_1}{2}$; donc $OA'' = \frac{p_1 + r_1}{\sqrt{2}}$,

Pour B″ — $x' = -y' = \frac{r_1 + q_1}{2}$; donc $OB'' = \frac{r_1 + q_1}{\sqrt{2}}$,

Pour C″ les coordonnées $-x'' = -y'' = \frac{q_1 + s_1}{2}$; donc $OC'' = \frac{q_1 + s_1}{\sqrt{2}}$,

Pour D″ $\quad - \quad -x''' = \quad y''' = \frac{s_1 + p_1}{2}$; donc $OD'' = \frac{s_1 + p_1}{\sqrt{2}}$.

Des points A″, B″, ... on passe aux points A‴, B‴, ... par une opération toute semblable, qui ramène aux axes primitifs, et on trouve en définitive, pour les quantités p_3, q_3, r_3, s_3 comptées sur OY et sur OX,

$$p_3 = OA''' = \frac{2p_1 + r_1 + s_1}{2} = p_1 + \frac{k}{2},$$

$$r_3 = OB''' = \frac{p_1 + 2r_1 + q_1}{2} = r_1 + \frac{k}{2},$$

$$q_3 = OC''' = \frac{r_1 + 2q_1 + s_1}{2} = q_1 + \frac{k}{2},$$

$$s_3 = OD''' = \frac{q_1 + 2s_1 + q_1}{2} = s_1 + \frac{k}{2}.$$

On passe donc des segments p_1, r_1, q_1, s_1 *relatifs au quadrilatère* n° 1 *aux segments* p_3, r_3, q_3, s_3 *relatifs au quadrilatère* n° 3, *en ajoutant à chacun d'eux une quantité constante, égale à la demi-diagonale du quadrilatère* n° 1. Une loi analogue règle les segments successifs comptés sur les bissectrices OX′, OY′, et relatifs aux quadrilatères n° 2, n° 4, ...; soient p_{2n}, q_{2n}, r_{2n}, s_{2n}, les segments portés sur OY′ et sur OX′, de la même manière que p_{2n+1}, q_{2n+1}, ... sont portés sur les axes OY et OX ; on aura, en appliquant la loi aux quadrilatères de deux en deux,

$$p_{2n} = \frac{p_1 + r_1}{\sqrt{2}} + \frac{k}{\sqrt{2}}(2^{n-1} - 1), \qquad p_{2n+1} = p_1 + \frac{k}{2}(2^n - 1),$$

$$r_{2n} = \frac{r_1 + q_1}{\sqrt{2}} + \frac{k}{\sqrt{2}}(2^{n-1} - 1), \qquad r_{2n+1} = r_1 + \frac{k}{2}(2^n - 1),$$

$$q_{2n} = \frac{q_1 + s_1}{\sqrt{2}} + \frac{k}{\sqrt{2}}(2^{n-1} - 1), \qquad q_{2n+1} = q_1 + \frac{k}{2}(2^n - 1),$$

$$s_{2n} = \frac{s_1 + p_1}{\sqrt{2}} + \frac{k}{\sqrt{2}}(2^{n-1} - 1), \qquad s_{2n+1} = s_1 + \frac{k}{2}(2^n - 1).$$

Remarque I. — Supposons qu'on ait dans le quadrilatère A′B′C′D′ $p_1 q_1 = r_1 s_1$, c'est-à-dire que le quadrilatère soit inscriptible ; comme on a d'ailleurs

$$p_1 + q_1 = r_1 + s_1 = k,$$

p_1 et q_1 d'une part, et r_1 et s_1 de l'autre, sont les racines de l'équation du second degré

$$z^2 - k^2 + t^2 = 0$$

en appelant t^2 le produit $p_1q_1 = r_1s_1$.

On a, par conséquent, $p_1 = r_1$ et $q_1 = s_1$, ou $p_1 = s_1$ et $q_1 = r_1$. Les deux diagonales égales se coupent en segments égaux chacun à chacun. Si le quadrilatère A′B′C′D′ est inscriptible, le quadrilatère suivant A″B″C″D″ ne l'est pas ; car on a

$$OA'' \times OC'' = \frac{p_1q_1 + p_1s_1 + r_1q_1 + r_1s_1}{2}$$

et

$$OB'' \times OD'' = \frac{p_1q_1 + p_1r_1 + s_1q_1 + r_1s_1}{2}$$

et il n'y a pas identité, en général, entre ces deux expressions, qui, pour $p_1 = s_1$, $q_1 = r_1$ diffèrent par les termes $p_1^2 + r_1^2$ dans l'une et $p_1q_1 + p_1q_1$ dans l'autre.

Au contraire, le quadrilatère n° 3, A‴B‴C‴D‴, est inscriptible. On a en effet :

$$p_3q_3 = p_1q_1 + \frac{k}{2}(p_1 + q_1) + \frac{k^2}{2} = p_1q_1 + k^2$$

$$r_3s_3 = r_1s_1 + \frac{k}{2}(r_1 + s_1) + \frac{k^2}{2} = r_1s_1 + k^2,$$

produits identiques si l'on suppose $p_1q_1 = r_1s_1$.

Il résulte de là cette propriété curieuse : *les quadrilatères de numéro impair sont à la fois inscriptibles ;* plus généralement, *lorsqu'un quadrilatère n° i est inscriptible, la même propriété appartient aux quadrilatères n° $i \pm 2i'$.* On excepte toujours le quadrilatère n° 0, qui n'est pas bien défini.

Remarque II. — Le quadrilatère n° i est inscriptible si l'on a $p_i = r_i$, $q_i = s_i$.

Le quadrilatère n° $i + 2$ a pour segments diagonaux $p_i + \frac{k_i}{2}$, $r_i + \frac{k_i}{2}$, $q_i + \frac{k_i}{2}$, $s_i + \frac{k_i}{2}$. Donc on a encore $p_{i+2} = r_{i+2}$, $q_{i+2} = s_{i+2}$ et ce nouveau quadrilatère est encore inscriptible.

Les diagonales des quadrilatères successifs seront

Pour le quadrilatère n° 1 $\quad p_1 + q_1 = r_1 + s_1 = k$;

Pour le quadrilatère n° 2 $\quad \frac{p_1 + r_1 + q_1 + s_1}{\sqrt{2}} = k\sqrt{2}$;

Pour le quadrilatère n° 3 $\quad p_1 + q_1 + k = k \times 2$;

et pour le quadrilatère n° n $\quad k \times (\sqrt{2})^{n-1}$.

Les surfaces S des divers quadrilatères, dont les diagonales sont égales et rectangulaires, seront

Pour le n° 1 . . . . . $\frac{1}{2} k^2$,

Pour le n° 2 . . . . . k^2,

Pour le n° 3 . . . . . $2k^2$,

Pour le n° n . . . . . $k^2 \times 2^{n-2}$.

Si on appelle S_1, S_2, S_3, ... S_n ces surfaces successives, on aura

(19) $$S_n = S_1 \times 2^{n-1},$$

équation qui ne s'étend pas au quadrilatère primitif, ABCD, celui dont le quadrilatère n° 1 dérive. Cherchons la relation qui lie la surface S_1 à la surface S_0 de ce quadrilatère primitif.

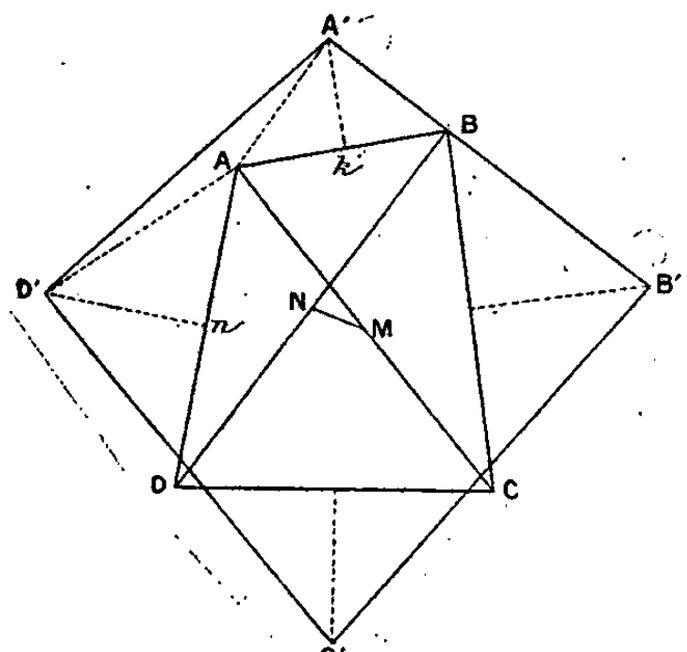


Fig. 11.

La surface S′ du quadrilatère A′B′C′D′ se déduit de la surface S du quadrilatère ABCD, en ajoutant à S les quatre triangles rectangles isocèles tels que AA′B, puis les surfaces, positives ou négatives, des quatre triangles tels que D′AA′; ces triangles ont pour côtés $AD' = \frac{d}{\sqrt{2}}$, $AA' = \frac{a}{\sqrt{2}}$, et l'angle compris est $D'AA' = \frac{3\pi}{2} - A$, en appelant A l'angle DAB du quadrilatère donné.

Évaluons séparément ces surfaces, et faisons la somme algébrique. Nous aurons

$$S' = S + \frac{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}{4} - \frac{da\cos A + ab\cos B + bc\cos C + cd\cos D}{4}.$$

Soient δ et δ' les deux diagonales AC et BD du quadrilatère donné. Nous aurons

$$\delta^2 = a^2 + d^2 - 2ad\cos A = c^2 + b^2 - 2bc\cos C$$

$$\delta'^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos B = c^2 + d^2 - 2cd\cos D.$$

On en déduit

$$da\cos A + ab\cos B + bc\cos C + cd\cos D$$
$$= \frac{1}{2}\left[a^2 + d^2 - \delta^2 + c^2 + b^2 - \delta^2 + a^2 + b^2 - \delta'^2 + c^2 + d^2 - \delta'^2\right]$$
$$= a^2 + b^2 + c^2 + d^2 - (\delta^2 + \delta'^2).$$

Mais dans un quadrilatère quelconque, la somme des carrés des côtés est égale à la somme des carrés des diagonales augmentée de 4 fois le carré de la distance MN des milieux des diagonales, c'est-à-dire de 4 fois le carré de l'excentricité f du quadrilatère. On a donc en définitive

$$S' = S + \frac{T}{4} - f^2, \tag{20}$$

en désignant par T, comme nous l'avons fait plus haut, la somme des carrés $a^2 + b^2 + c^2 + d^2$.

Appliqué au quadrilatère primitif, auquel nous attribuerons le n° 0, cette équation donne la surface du quadrilatère n° 1; et par suite

$$S_1 = S_0 + \frac{T_0}{4} - f_0^2.$$

Si l'on passe aux quadrilatères suivants, on aura de même

$$S_2 = S_1 + \frac{T_1}{4} - f_1^2.$$

$$S_3 = S_2 + \frac{T_2}{4} - f_1^2.$$

. . . . . .

en observant qu'à partir du quadrilatère n° 1 l'excentricité f_1 se conserve pour toute la suite.

Rapprochons l'équation (20) de l'équation

$$T' = T + 4S; \tag{18}$$

il viendra

$$S' = \frac{T'}{4} - f^2, \tag{21}$$

équation où l'on doit observer que S′ et T′ se rapportent au même polygone,

tandis que f est l'excentricité du polygone qui précède celui-là dans la série.

On aura donc à la fois

$$S_1 = \frac{T_1}{4} - f_o^2,$$

$$S_2 = \frac{T_2}{4} - f_1^2.$$

Mais $T_2 = T_1 + 4S_1$ en vertu de l'équation (18). De plus, nous avons $S_2 = 2S_1$. Substituons ces valeurs dans les deux équations; il viendra après la réduction

$$f_o = f_1$$

de sorte que *tous les quadrilatères de la série ont la même excentricité*, à partir du quadrilatère ABCD. La distinction que nous avons faite entre f_o et f_1 n'est donc pas nécessaire, et nous pouvons admettre une seule lettre f pour désigner les excentricités de tous les quadrilatères successifs.

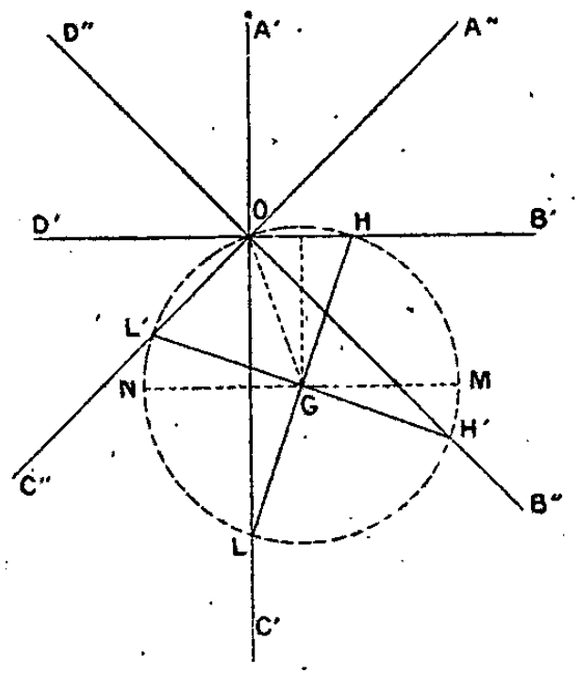


Fig. 12.

Le segment MN est donc égal aux segments LH et L'H' de la suite des quadrilatères; et comme ces trois segments égaux ont pour milieu le point G, *les six points* M, N, L, H, L', H' *sont sur une même circonférence*, qui a le point G pour centre, et qui passe par le point O.

Nous avons vu plus haut qu'il existe une infinité de quadrilatères ABCD, tels que les centres des carrés extérieurs construits sur leurs quatre côtés, soient situés en des points donnés A', B', C', D'. La condition à remplir pour que le problème soit possible est que les droites AC, BD soient rectangulaires et égales. Il y a alors une infinité de solutions. Le quadrilatère donné A'B'C'D' définit une excentricité f qui appartient à tous les quadrilatères cherchés ABCD. On arrive donc à ce théorème : *les milieux des diagonales de tous les quadrilatères* ABCD *sont situés aux extrémités d'un même diamètre sur la circonférence décrite du point* G *comme centre avec un rayon égal à* GO.

Lorsque le quadrilatère ABCD est un parallélogramme, l'excentricité f étant nulle, tous les autres quadrilatères ont une excentricité nulle; les diagonales ont donc pour point milieu commun le point O, et par suite *tous les quadrilatères* 1, 2, 3 ... *sont des carrés*. Dans ce cas, la forme limite vers laquelle tendent les quadrilatères successifs est réalisée dès la première construction.

Nous avons obtenu la relation

$$S_n = S_1 \times 2^{n-1}. \tag{19}$$

Il nous reste à poser de même l'équation qui donne la valeur de T_n. Or, on a

$$\begin{aligned} T_n &= T_o + 4(S_o + S_1 + \dots + S_{n-1}) = T_o + 4S_o + 4S_1(2^{n-1} - 1) \\ &= T_o + 4S_1 \times 2^{n-1} - 4(S_1 - S_o). \end{aligned}$$

Mais $S_1 - S_o = \frac{T_o}{4} - f^2$. Donc enfin

$$\begin{aligned} T_n &= T_o + 4S_1 \times 2^{n-1} - (T_o - 4f^2) = 4f^2 + S_1 \times 2^{n+1} \\ &= 4f^2 + S_{n+2}. \end{aligned} \tag{22}$$

Le rapport $\frac{S_n}{T_n}$ croît, en général, à mesure que n augmente, et tend vers la limite $\frac{1}{4}$, qui correspond au carré.

Résumons les résultats que nous venons d'obtenir pour la série de quadrilatères désignés par les numéros

$$0, \quad 1, \quad 2, \quad \dots \quad n, \quad n+1, \quad \dots$$

1° Pour chacun d'eux, le centre de gravité G de quatre masses égales placées en leurs sommets est un seul et même point, commun à toute la série ;

2° L'excentricité f des divers quadrilatères est la même pour tous ;

3° Les diagonales de chaque quadrilatère, *à partir du n° 1*, sont rectangulaires et égales ; les sommets des quadrilatères n° 1, n° 3, n° 5, ... sont situés sur deux droites fixes rectangulaires ; les sommets des quadrilatères n° 2, n° 4, n° 6, ... sont situés sur les bissectrices des angles de ces deux droites ;

4° Les milieux des diagonales des quadrilatères, *à partir du n° 1*, sont des points fixes, sommets d'un rectangle ;

5° Les aires S_n des quadrilatères successifs, *à partir du n° 1*, vont en doublant d'un quadrilatère au suivant ; les sommes T_n des carrés des côtés suivent la même loi, à une constante près ; la différence $T_n - S_{n+2}$ est constante ;

6° Tous ces quadrilatères, à partir du n° 0, tendent vers le carré à mesure que le numéro n augmente. Le carré est atteint dès le n° 1 lorsque le quadrilatère a une excentricité nulle, c'est-à-dire lorsqu'il a la forme d'un parallélogramme.

Les principaux résultats que nous avons obtenus dans cette note rentrent dans ceux que divers géomètres ont déjà fait connaître. Nous citerons notamment ce théorème très général, dû, croyons-nous, à M. Laisant: Sur chacun des côtés d'un polygone plan quelconque P de n côtés, on construit un polygone régulier de n côtés ; on forme un nouveau polygone Q en joignant les centres de ces polygones réguliers ; cela posé, *il existe une infinité de polygones* P *qui correspondent au polygone* Q; de sorte que, si l'on donne le polygone Q, et qu'on cherche le polygone P, le problème comporte une infinité de solutions, ou n'en admet aucune.

M. G. OLTRAMARE

Professeur à l'Université de Genève.

INTÉGRATION DES ÉQUATIONS LINÉAIRES AUX DIFFÉRENCES ET AUX DIFFÉRENCES MÊLÉES

— Séance du 18 septembre 1891 —

§ 1. Nous avons reconnu que toute fonction de n variables indépendantes F $(x, y, z, \ldots t)$ pouvait être représentée par l'égalité symbolique

$$\mathrm{F}(x, y, z, \ldots t) = \mathrm{G}e^{xu+yv+zw+\ldots+ts}, \qquad (1)$$

$u, v, w, \ldots s$ étant les n variables de généralisation sur lesquelles porte le signe G.

Si les variables de la fonction sont complètement indépendantes entre elles, il en sera de même des variables de généralisation et réciproquement ; mais s'il existe une liaison entre les variables de la fonction, il doit en résulter une relation entre les variables de généralisation, relation que nous pourrons concevoir être exprimée par une équation entre les variables correspondantes.

Si, à côté de l'égalité (1), nous avons la relation

$$\Psi(u, v, w, \ldots s) = 0 \qquad (2)$$

on comprend aisément qu'en déduisant de cette équation la valeur d'une pe ces variables en fonction des autres, et, qu'en substituant cette valeur dans l'égalité (1) nous n'aurons plus que $n - 1$ variables de généralisa-

tion, ce qui limitera l'opération symbolique G à une variable de moins ; la fonction F $(x, y, z, \ldots t)$ sera toujours une fonction de n variables, mais ces variables ne seront plus indépendantes entre elles, elles seront reliées par une relation qui dépendra de la nature de l'équation (2).

Si l'équation (2) admettait, pour l'une de ses variables, plusieurs valeurs en fonction des $n - 1$ autres, l'expression (1) aurait autant de valeurs que l'on obtiendrait de racines différentes et l'expression symbolique $Ge^{xu+yv+zw+\cdots}$ s'étendrait à toutes ces valeurs.

Si, au lieu de l'équation (2) entre les variables de généralisation, on avait un nombre m d'équations simultanées

$$\Psi(u, v, w, \ldots s) = 0, \quad \Psi_1(u, v, w, \ldots s) = 0, \quad \Psi_2(u, v, w, \ldots s) = 0,$$

etc., etc., on pourrait concevoir que l'on déduisît de ces m équations, les valeurs de m variables en fonction des $n - m$ autres et qu'on réduisît ainsi la généralisation à $n - m$ variables indépendantes.

Dans le cas où m serait égal à n, toutes les variables de généralisation seraient éliminées, par suite la fonction serait complètement déterminée, la généralisation se réduisant à la multiplier par une constante arbitraire.

Si, à côté de l'égalité (1), nous avions, par exemple, pour la relation (2)

$$u = v$$

qui établit une relation très simple entre les variables de généralisation : nous obtiendrons, en remplaçant u par v dans l'égalité (2)

$$Ge^{(x+y)v+zw+\ldots+is} = F(x + y, z, \ldots t)$$

et l'on reconnaît ainsi que les variables x et y ne sont plus indépendantes dans la fonction F, elles figurent seulement par leur somme.

Si, à côté de l'égalité (1), nous posions pour la relation (2)

$$u^2 = v^2$$

il en résulterait pour u deux valeurs $u = v$ et $u = -v$.

La première de ces valeurs donne

$$Ge^{xu+yv+zw+\cdots} = Ge^{(x+y)v+zw+\cdots} = F(x + y, z, \ldots)$$

et la seconde

$$Ge^{xu+yv+zw+\cdots} = Ge^{(y-x)v+zw+\cdots} = F(y - x, z, \ldots).$$

On voit ainsi qu'à l'égalité (1) répondent deux fonctions : l'une d'elles renfermant la somme et l'autre la différence des variables y et x.

Soit proposé de déterminer la fonction de trois variables

$$Ge^{xu+yv+zw} = F(x, y, z),$$

en admettant que, entre les variables de généralisation, nous avons les équations simultanées

$$e^u = e^{-v} \qquad e^{3u} = e^w.$$

Nous déduirons de ces équations

$$v = -u \qquad w = 3u,$$

nous pourrons donc écrire :

$$Ge^{xu+yv+zw} = Ge^{(x-y+3z)u} = F(x - y + 3z).$$

Les observations que nous venons de présenter peuvent être utilisées à la recherche des fonctions qui satisfont à des équations données, et, plus spécialement à la détermination d'intégrales se rapportant à des équations linéaires aux différences et même aux différences mêlées, nous reconnaîtrons par les exemples que nous allons traiter avec quelle facilité l'on parvient à la détermination des intégrales de ces sortes d'équations à l'aide du calcul de généralisation.

§ 2. *Considérons les trois équations :*

$$\varphi(x, y+1, z) - \varphi(x+1, y, z+1) + \varphi(x, y+2, z) = 0 \quad (1)$$

$$\varphi(x, y, z) - \varphi(x+1, y+1, z-1) + \varphi(x, y+1, z) = 0 \quad (2)$$

$$\varphi(x, y-1, z) - \varphi(x+1, y+1, z) + \varphi(x, y, z+1) = 0 \quad (3)$$

et proposons-nous de déterminer la fonction $\varphi(x, y, z)$ *qui satisfait : 1° à l'équation* (1) ; *2° aux deux équations* (1) *et* (2) *simultanément ; 3° aux trois équations à la fois.*

1° Si nous représentons la fonction $\varphi(x, y, z)$ par la formule générale $Ge^{xu+yv+zw}$ qui représente toute fonction de trois variables, de sorte que :

$$\varphi(x, y, z) = Ge^{xu+yv+zw}, \qquad (4)$$

nous pourrons écrire l'équation (1) sous la forme symbolique

$$Ge^{xu+yv+zw}\left(e^v - u^{u+w} + e^{2v}\right) = 0,$$

il résulte de cette équation que, pour satisfaire à l'équation proposée,

nous devrons, dans l'expression générale d'une fonction de trois variables, établir, entre les variables de généralisation, la relation

$$e^v - e^{u+w} + e^{2v} = 0,$$

cette équation résolue par rapport à e^u donne

$$e^u = (1 + e^v)\, e^{v-w};$$

nous aurons ainsi, en substituant cette valeur dans l'identité (4)

$$\mathrm{G}e^{xu+yv+zw} = \mathrm{G}\,(1 + e^v)^x\, e^{(y+x)v+(z-x)w},$$

formule dans laquelle la généralisation ne se rapporte plus qu'aux variables v et w.

Pour l'effectuer, nous développerons $(1 + e^v)^x$ en série par la formule du binôme et nous obtiendrons en désignant par χ une fonction arbitraire

$$\varphi(x, y, z) = \mathrm{G}e^{xu+yv+zw} = \chi(y + x, z + x) + \sum_{\mathrm{K}=1}^{\mathrm{K}=\infty} \frac{x(x-1)\ldots(x-\mathrm{K}+1)}{1.2.3\ldots\mathrm{K}}\, \chi(x + y + \mathrm{K}, z - x).$$

2° En posant, comme dans le cas précédent,

$$\varphi(x, y, z) = \mathrm{G}e^{xu+yv+zw},$$

nous pourrons écrire les deux équations (1) et (2) sous les formes

$$\mathrm{G}e^{xu+yv+zw}\left(e^v - e^{u+w} + e^{2v}\right) = 0,$$

$$\mathrm{G}e^{xu+yv+zw}\left(1 - e^{u+v-w} + e^v\right) = 0.$$

Il résulte de ces équations que nous devrons, dans l'expression générale de la fonction, établir entre les variables de généralisation les deux équations simultanées

$$e^v - e^{u+w} + e^{2v} = 0$$

$$1 - e^{u+v-w} + e^v = 0$$

équations auxquelles on satisfait en posant

$$e^u = 1 + e^v \qquad e^w = e^v;$$

nous aurons ainsi, en substituant ces valeurs dans l'expression $\varphi(x, y, z)$

$$\mathrm{G}e^{xu+yv+zw} = \mathrm{G}\,(1 + e^v)^x\, e^{(y+z)v},$$

valeur dans laquelle la généralisation ne se rapporte qu'à la seule variable v. Effectuant cette généralisation, nous aurons en désignant par Ψ une fonction arbitraire

$$\varphi(x, y, z) = \Psi(y + z) + \sum_{K=1}^{K=\infty} \frac{x(x-1)\dots(x-K+1)}{1 \cdot 2 \dots K} \Psi(y + z + K).$$

3° Pour satisfaire simultanément aux trois équations (1), (2) et (3), nous poserons, comme dans les cas précédents,

$$\varphi(x, y, z) = Ge^{xu+yv+zw}$$

et nous déduirons des équations proposées

$$Ge^{xu+yv+zw}(e^{v} - e^{u+w} + e^{2v}) = 0,$$
$$Ge^{xu+yv+zw}(1 - e^{u+v-w} + e^{v}) = 0,$$
$$Ge^{xu+yv+zw}(e^{-v} - e^{u+v} + e^{w}) = 0.$$

Or, on peut satisfaire à ces trois égalités en posant :

$$e^{v} - e^{u+w} + e^{2v} = 0, \quad 1 - e^{u+v-w} + e^{v} = 0, \quad e^{-v} - e^{u+v} + e^{w} = 0.$$

En résolvant ces équations, on trouve trois systèmes de valeurs pour les variables u, v et w :

$$e^{u} = 2 \qquad e^{v} = 1 \qquad e^{w} = 1,$$

$$e^{u} = \frac{1 + \sqrt{-3}}{2} \qquad e^{v} = \frac{-1 + \sqrt{-3}}{2} \qquad e^{w} = \frac{-1 + \sqrt{-3}}{2},$$

$$e^{u} = \frac{1 - \sqrt{-3}}{2} \qquad e^{v} = \frac{-1 - \sqrt{-3}}{2} \qquad e^{w} = \frac{-1 - \sqrt{-3}}{2};$$

en substituant ces trois systèmes de valeurs dans l'expression $Ge^{xu+yv+zw}$, on obtient les trois formules

$$Ge^{xu+yv+zw} = G\ 2^{x},$$

$$Ge^{xu+yv+zw} = G\left(\frac{1 + \sqrt{-3}}{2}\right)^{x}\left(\frac{-1 + \sqrt{-3}}{2}\right)^{y+z},$$

$$Ge^{xu+yv+zw} = G\left(\frac{1 - \sqrt{-3}}{2}\right)^{x}\left(\frac{-1 - \sqrt{-3}}{2}\right)^{y+z}.$$

Comme dans le second membre, il n'y a plus de variable de généralisation, nous aurons, en remarquant que G1 est une constante arbitraire, que la valeur de $\varphi(x, y, z)$ sera donnée par l'expression

$$\varphi(x, y, z) = C_1 2^x + C_2 \left(\frac{1+\sqrt{-3}}{2}\right)^x \left(\frac{-1+\sqrt{-3}}{2}\right)^{y+z} + C_3 \left(\frac{1-\sqrt{-3}}{2}\right)^x \left(\frac{-1-\sqrt{-3}}{2}\right)^{y+z},$$

qui ne renferme plus de fonctions arbitraires, mais seulement trois constantes.

§ 3. *Soit proposé de déterminer la valeur de la fonction* $\varphi(x, y)$ *qui satisfait à l'équation aux différences partielles*

$$\varphi(x, y) = p\varphi(x, y-1) + q\varphi(x-1, y) \qquad (1)$$

avec la condition que, pour $x = 0$ *on ait* $\varphi(0, y) = 1$ *pour toutes les valeurs de* y *comprises entre* 0 *et* y.

Cette question revient à résoudre le problème suivant dont la solution a été donnée par Laplace (calcul des probabilités) : *Deux joueurs dont les forces respectives sont* p *et* q *ont, l'un* x *points, l'autre* y *points à faire pour gagner la partie ; on demande la probabilité* $\varphi(x, y)$ *que le premier gagnera ?*

En posant

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu+yv}, \qquad (2)$$

nous aurons la relation symbolique

$$Ge^{xu+yv}(1 - pe^{-v} - qe^{-u}) = 0,$$

qui établit entre u et v l'équation

$$1 - pe^{-v} - qe^{-u} = 0.$$

On déduit de cette équation la valeur

$$e^u = \frac{q}{1 - pe^{-v}}$$

et, par suite, à l'aide de l'identité (2)

$$Ge^{xu+yv} = q^x G \frac{e}{(1 - pe^{-v})^x}.$$

Pour effectuer la généralisation, nous développerons $(1 - pe^{-v})^{-x}$ par la formule du binôme, nous aurons ainsi :

$$\left.\begin{aligned}\varphi(x, y) = q^x \Big\{ &\Psi(y) + xp\Psi(y-1) + \frac{x(x+1)}{1 \cdot 2} p^2 \Psi(y-2) \\ &+ \ldots + \frac{x(x+1)\ldots(x+K-1)}{1 \cdot 2 \ldots K} \Psi(y-K) + \ldots \Big\}\end{aligned}\right\} (3)$$

Ψ désignant une fonction arbitraire qui doit être déterminée par les conditions auxquelles la fonction $\varphi(x, y)$ doit satisfaire.

Nous aurons, à l'aide de cette intégrale,

$$\Psi(y) = 1, \quad \Psi(y-1) = 1, \quad \Psi(y-2) = 1, \quad \text{etc.}, \quad \Psi(y-K) = 1,$$

K étant inférieur à y.

Nous pouvons donc écrire, comme solution du problème :

$$\varphi(x, y) = q^x \Big\{ 1 + xp + \frac{x(x+1)}{1 \cdot 2} p^2 + \ldots + \frac{x(x+1)\ldots(x+y-2)}{1 \cdot 2 \ldots y-1} p^{y+1} \Big\}.$$

Ce résultat, obtenu par la méthode de généralisation, ne diffère pas de celui qui a été donné par Laplace à l'aide des fonctions génératrices (Prob. 1, 7).

C'est avec la même facilité que le calcul de généralisation se prêterait à déterminer l'intégrale de l'équation

$$\varphi(x, y, z, \ldots s) = p\varphi(x-1, y, z, \ldots s) + q\varphi(x, y-1, z, \ldots s) + \ldots + r\varphi(x, y, z, \ldots s-1)$$

qui se rapporte au même problème lorsqu'on considère n joueurs.

§ 4. *Proposons-nous de déterminer la fonction* $\varphi(x, y)$ *qui satisfait à l'équation*

$$\varphi(x+2, y) - a\varphi(x+1, y+1) - b\varphi(x, y+2) = 0. \quad (1)$$

En posant

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu+yv}, \quad (2)$$

l'équation proposée pourra se mettre sous la forme

$$Ge^{xu+yv}\left(e^{2u} - ae^{u+v} - be^{2v}\right) = 0$$

équation qui, pour être satisfaite, établit entre u et v la relation

$$e^{2u} - ae^{u+v} - be^{2v} = 0;$$

résolvant cette équation, on en déduit

$$e^u = \frac{a \pm \sqrt{a^2 + 4b}}{2} e^v .$$

La première de ces valeurs, substituée dans la relation (2), donne

$$\varphi(x, y) = G\left(\frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2}\right)^x e^{(x+y)v}$$

et en effectuant la généralisation

$$\varphi(x, y) = \left(\frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2}\right)^x \Psi(x + y)$$

Ψ étant une fonction arbitraire.

La seconde racine nous donnera de même θ étant une seconde fonction arbitraire

$$\varphi(x, y) = \left(\frac{a - \sqrt{a^2 + 4b}}{2}\right)^x \theta(x + y).$$

Nous aurons ainsi, pour l'intégrale complète de l'équation proposée :

$$\left.\begin{aligned} \varphi(x, y) = &\left(\frac{a + \sqrt{a^2 + 4b}}{2}\right)^x \Psi(x + y) \\ &+ \left(\frac{a - \sqrt{a^2 + 4b}}{2}\right)^x \theta(x + y). \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

§ 5. *Soit proposé de déterminer la fonction $\varphi(x, y)$ qui satisfait à l'équation*

$$\varphi(x + p, y + q) - a\varphi(x, y) = 0. \quad (1)$$

Si nous posons

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu+yv} \quad (2)$$

nous aurons :

$$Ge^{xu+yv}\left(e^{pu+qv} - a\right) = 0$$

équation qui établit entre u et v la relation

$$e^{pu+qv} = a,$$

dont on déduit

$$e^u = \sqrt[p]{a}\, e^{-\frac{q}{p}v};$$

nous aurons ainsi, en remplaçant dans l'égalité (2) e^u par cette valeur

$$Ge^{xu+yv} = \left(\sqrt[p]{a}\right)^x \Psi\left(y - \frac{q}{p}x\right)$$

que nous pouvons écrire, en considérant les p racines de $\sqrt[p]{a}$ et en faisant la somme de toutes ces intégrales particulières, sous la forme

$$\varphi(x, y) = \sum^{n=p-1} a^{\frac{x}{p}} \left(\cos\frac{2\pi n x}{p} + \sin\frac{2\pi n x}{p}\sqrt{-1}\right) \Psi_n\left(y - \frac{q}{p}x\right)$$

expression qui renferme p fonctions arbitraires $\Psi_0, \Psi_1, \Psi_2, \ldots \Psi_{p-1}$.

§ 6. *Considérons encore l'équation*

$$\varphi(x, y) - a\varphi(x + p, y + q) - b\varphi(x - p, y - q) = 0$$

dont nous déduirons en posant

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu+yv},$$

l'équation

$$Ge^{xu+yv}\left(1 - ae^{pu+qv} - be^{-(pu+qv)}\right) = 0,$$

nous aurons donc

$$1 - ae^{pu+qv} - be^{-(pu+qv)} = 0;$$

en résolvant cette équation

$$e^{pu+qv} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4ab}}{2a}$$

et en représentant, pour abréger,

$$\frac{1 + \sqrt{1 - 4ab}}{2a} = \lambda \qquad \frac{1 - \sqrt{1 - 4ab}}{2a} = \mu,$$

nous obtiendrons

$$Ge^{xu+yv} = \sum_{n=0}^{n=q-1} \lambda^{\frac{x}{p}} \left(\cos\frac{2n\pi x}{p} + \sin\frac{2n\pi x}{p}\sqrt{-1}\right) \Psi_n\left(y - \frac{q}{p}x\right);$$

par suite, l'intégrale de l'équation proposée sera exprimée par

$$\varphi(x, y) = \sum_{n=0}^{n=p-1} \lambda^{\frac{x}{p}} \left\{\cos\frac{2n\pi x}{p} + \sin\frac{2n\pi x}{p}\sqrt{-1}\right\} \Psi_n\left(y - \frac{q}{p}x\right)$$
$$+ \sum_{n=0}^{n=p-1} \mu^{\frac{x}{p}} \left\{\cos\frac{2n\pi x}{p} + \sin\frac{2n\pi x}{p}\sqrt{-1}\right\} \theta_n\left(y - \frac{q}{p}x\right)$$

que nous pouvons écrire

$$\varphi(x, y) = \sum_{n=0}^{n=p-1} \left\{ \lambda^{\frac{x}{p}} \Psi_n \left(y - \frac{q}{p} x \right) + \mu^{\frac{x}{p}} \theta_n \left(y - \frac{q}{p} x \right) \right\} \left[\cos \frac{2n\pi x}{p} + \sin \frac{2n\pi x}{p} \sqrt{-1} \right],$$

formule qui renferme $2n$ fonctions arbitraires.

§ 7. Le même procédé peut s'appliquer à la recherche des intégrales des équations linéaires aux différences mêlées.

Soit proposé de déterminer l'intégrale de l'équation

$$\varphi(x+1, y+1) - \frac{d}{dy} \varphi(x, y) = \mathrm{F}(x, y) \qquad (1)$$

dans laquelle $\mathrm{F}(x, y)$ est une fonction donnée.

Si nous admettons, en premier lieu, que le second membre de cette équation soit nul, de sorte que

$$\varphi(x+1, y+1) - \frac{d}{dy} \varphi(x, y) = 0; \qquad (2)$$

en posant

$$\varphi(x, y) = \mathrm{G} e^{xu+yv},$$

nous aurons l'équation

$$\mathrm{G} e^{xu+yv} \left(e^{u+v} - v \right) = 0,$$

qui peut être satisfaite s'il existe entre les variables u et v la relation

$$e^{u+v} - v = 0.$$

Mais, comme on a identiquement

$$\varphi(x, y) = \mathrm{G} e^{xu+yv} = \mathrm{G} e^{x(u+v)+(y-x)v},$$

nous aurons, en remplaçant e^{u+v} par la valeur v,

$$\varphi(x, y) = \mathrm{G} v^x e^{(y-x)v}$$

et en généralisant

$$\varphi(x, y) = \frac{d^x}{dy^x} \chi(y - x),$$

χ désignant une fonction arbitraire; c'est l'intégrale de l'équation (2), comme il est d'ailleurs aisé de le vérifier.

Cela posé, pour obtenir l'intégrale de l'équation (1) avec son second

membre, nous déterminerons une intégrale particulière de cette équation en posant :

$$\varphi(x, y) = \mathrm{G}e^{xu'+yv'},$$

$$\mathrm{F}(x, y) = \mathrm{G}e^{xu+yv},$$

nous aurons ainsi l'équation symbolique

$$\mathrm{G}e^{xu'+yv'}\left(e^{u'+v'}-v'\right) = \mathrm{G}e^{xu+yv};$$

qui, en vertu d'un principe connu de généralisation, nous donne

$$\mathrm{G}e^{xu'+yv'} = \mathrm{G}\frac{e^{xu+yv}}{e^{u+v}-v}.$$

Si nous remarquons que l'on a identiquement

$$\frac{1}{e^{u+v}-v} = \int_0^\infty e^{-t(e^{u+v}-v)}\,dt$$

nous pourrons écrire

$$\mathrm{G}\frac{e^{xu+yv}}{e^{u+v}-v} = \int_0^\infty \mathrm{G}e^{xu+(y+t)v-te^{u+v}}\,dt.$$

Pour effectuer la généralisation du second membre, nous développerons l'exponentielle $e^{-te^{u+v}}$ en série.

Nous aurons ainsi :

$$\mathrm{G}\frac{e^{xu+yv}}{e^{u+v}-v} = \int_0^\infty \mathrm{G}\left\{e^{xu+(y+t)v} - \frac{t}{1}e^{(x+1)u+(y+t+1)v} + \frac{t^2}{1.2}e^{(x+2)u+(y+t+2)v} - \ldots\right\}dt$$

dont on déduit en généralisant

$$\mathrm{G}\frac{e^{xu+yv}}{e^{u+v}-v} = \int_0^\infty \left\{\mathrm{F}(x,y+t) - \frac{t}{1}\mathrm{F}(x+1,y+t+1) + \frac{t^2}{1.2}\mathrm{F}(x+2,y+t+2) - \ldots\right\}dt,$$

il en résultera l'intégrale particulière

$$\varphi(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \int_0^\infty \frac{(-1)^n\, t^n}{\Gamma(n+1)}\,\mathrm{F}(x+n, y+t+n)\,dt\,;$$

nous aurons ainsi comme intégrale complète de l'équation proposée

$$\varphi(x, y) = \frac{d^x}{dy^x}\chi(x - y) + \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(-1)^n}{\Gamma(n+1)} \int_0^\infty F(x+n, y+t+n)\, t^n\, dt \ldots$$

§ 8. *Soit proposé*, comme second exemple de l'intégration d'une équation aux différences mêlées, *de déterminer la fonction* $\varphi(x, y)$ *qui satisfait à l'équation*

$$\frac{d}{dx}\varphi(x + b, y) - \frac{d}{dy}\varphi(x, y) = F(x, y) \qquad (1)$$

dans laquelle $F(x, y)$ *est une fonction donnée.*

Si nous admettons que le second membre de cette équation soit nul, de sorte que

$$\frac{d}{dx}\varphi(x + b, y) - \frac{d}{dy}\varphi(x, y) = 0, \qquad (2)$$

en posant

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu+yv},$$

nous aurons l'équation

$$Ge^{xu+yv}\left(ue^{bu} - v\right) = 0,$$

équation qui est satisfaite si

$$v = ue^{bu},$$

nous aurons ainsi :

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu+yue^{bu}}.$$

Pour effectuer la généralisation, nous développerons $e^{yue^{bu}}$ en série :

$$e^{yue^{bu}} = 1 + \frac{yu}{1}e^{bu} + \frac{y^2u^2}{1.2}e^{2bu} + \ldots + \frac{y^nu^n}{1.2\ldots n}e^{nbu}\, t \ldots,$$

nous aurons ainsi

$$Ge^{xu+yue^{bu}} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{y^n}{\Gamma(n+1)} \Psi^{(n)}(x + nb)]$$

et, par suite, pour intégrale de l'équation (2)

$$\varphi(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{y^n}{\Gamma(n+1)} \Psi^{(n)}\ x + nb)$$

Ψ désignant une fonction arbitraire.

Cela posé, pour obtenir l'intégrale de l'équation (1) avec son second membre, nous déterminerons une intégrale particulière de cette équation, en posant :

$$\varphi(x, y) = Ge^{xu'+yv'} \qquad F(x, y) = Ge^{xu+yv},$$

nous aurons l'équation symbolique

$$Ge^{xu'+yv'} = G\frac{e^{xu+yv}}{ue^{bu} - v} = Ge^{xu+yv}\int_0^\infty e^{-(ue^{bu}-v)t}\,dt;$$

effectuant la généralisation

$$\varphi(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(-1)^n}{\Gamma(n+1)} \int_0^\infty \frac{d^n}{dx^n} F(x+nb, y+t)\, t^n\, dt,$$

nous aurons ainsi pour l'intégrale de l'équation proposée

$$\varphi(x,y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{1}{\Gamma(n+1)} \left\{ y^n\ \Psi^{(n)}(x+nb) + (-1)^n \int_0^\infty \frac{d^n}{dx^n} F(x+nb, y+t) t^n\, dt. \right\} \quad (2)$$

§ 9. *Soit proposé de déterminer la fonction* $\varphi(x, y, z)$ *satisfaisant aux deux équations simultanées*

$$\varphi(x, y+1, z) - \varphi(x+1, y, z+1) + \varphi(x, y+2, z) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d\varphi}{dx} - a\frac{d^2\varphi}{dy^2} - b\frac{d\varphi}{dz} = 0 \quad (2)$$

nous pourrons écrire en posant

$$\varphi(x, y, z) = Ge^{xu+yv+zw}, \quad (3)$$

les deux équations proposées sous les formes symboliques

$$Ge^{xu+yv+zw}\left(e^v - e^{u+v} + e^w\right) = 0$$

$$Ge^{xu+yv+zw}\left(u - av^2 - bw\right) = 0$$

égalités qui sont satisfaites si l'on a entre les variables de généralisation les relations

$$e^v - e^{u+w} + e^{2v} = 0$$

$$u - av^2 - bw = 0.$$

On déduit de ces deux équations

$$e^u = (1 + e^v)^{\frac{b}{1+b}} e^{\frac{av+b}{1+b} v}$$

$$e^w = (1 + e^v)^{\frac{b_1}{1+b}} e^{\frac{1-av}{1+b} v}$$

et en substituant ces valeurs dans l'identité (3), nous aurons

$$\mathrm{G}e^{xu+yv+zw} = \mathrm{G}\,(1 + e^v)^{\frac{z+bx}{1+b}} e^{\left(y+\frac{z+bx}{1+b}\right)v+\frac{a(x-z)}{1+b}v^2};$$

en effectuant la généralisation, nous obtiendrons comme intégrale des équations (1) et (2)

$$\varphi(x, y, z) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\omega^2}\,\theta\left(y+\frac{z+bx}{1+b}+2\omega\sqrt{\frac{a(x-z)}{1+b}}\right)d\omega$$

$$+\sum_{\mathrm{K}=1}^{\mathrm{K}=\infty}\frac{\left(\frac{z+bx}{1+b}\right)\left(\frac{z+bx}{1+b}-1\right)\ldots\left(\frac{z+bx}{1+b}-\mathrm{K}+1\right)}{1\,.\,2\,.\,3\,\ldots\,\mathrm{K}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\omega^2}\,\theta\left(y+\frac{z+bx}{1+b}\right.$$

$$\left.+\mathrm{K}+2\omega\sqrt{\frac{a(x-z)}{1+b}}\right)d\omega$$

θ désignant une fonction arbitraire.

§ 10. Ce même procédé, légèrement modifié, peut conduire à l'intégration de certaines équations linéaires aux différences mêlées avec coefficients variables.

Soit proposé d'intégrer l'équation

$$t\Delta_t z + \mathrm{Q}\frac{dz}{ds} \quad \mathrm{R}tz = 0$$

dans laquelle Q *et* R *sont des fonctions de* s.

En désignant par K une fonction inconnue de s, posons comme intégrale

$$z = \mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}.$$

En substituant cette valeur dans l'équation proposée, nous obtiendrons, en admettant que h est l'accroissement fini de t

$$\mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}\,t\left(\mathrm{Q}\frac{d\mathrm{K}}{ds}+\mathrm{R}+e^{h\mathrm{K}}-1\right)=0.$$

équation à laquelle on satisfait en posant

$$Q\frac{dK}{ds}+R+e^{hK}-1=0.$$

Si nous posons $e^{hK}=v$, nous obtiendrons

$$dv+\frac{h(1-R)}{Q}v+\frac{h}{Q}v^2=0;$$

intégrant cette équation, nous aurons, en désignant par u la constante arbitraire que nous considérerons comme variable de généralisation

$$v=\frac{e^{h\int\frac{R-1}{Q}ds}}{u-a\displaystyle\int\frac{e^{h\int\frac{R-1}{Q}ds}}{Q}ds},$$

il en résultera

$$Ge^{Kt}=Ge^{\log v^{\frac{t}{h}}}=Gv^{\frac{t}{h}}=G\frac{e^{h\int\frac{R-1}{Q}ds}}{\left(u-h\displaystyle\int\frac{e^{h\int\frac{R-1}{Q}ds}}{Q}\right)^{\frac{t}{h}}};$$

effectuant la généralisation, nous aurons comme intégrale de l'équation proposée

$$z=\frac{e^{t\int\frac{R-1}{Q}ds}}{\Gamma\left(\frac{t}{h}\right)}\int_0^\infty e^{-h\int\frac{e^{h\int\frac{R-1}{Q}ds}}{Q}ds\omega}\omega^{\frac{t}{h}-1}\varphi(\omega)d\omega$$

φ désignant une fonction arbitraire.

Nous savons, comme cas particulier, que l'équation

$$t\Delta_t z+Q\frac{dz}{ds}+tz=0$$

a comme intégrale, en admettant que $h=1$

$$z=\frac{1}{\Gamma(t)}\int e^{-\int\frac{ds}{Q}\omega}\omega^{t-1}\varphi(\omega)d\omega$$

comme il est facile de le vérifier.

§ 11. Considérons encore l'équation

$$\Delta_t^2 z + \mathrm{P}t\Delta_t z + \mathrm{Q}\frac{dz}{ds} + \mathrm{R}tz = 0 \qquad (1)$$

dans laquelle P, Q et R sont des fonctions de la seule variable s.

Posons comme intégrale de cette équation

$$z = \mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}\,\mathrm{H}$$

K et H étant deux fonctions indéterminées de s et u; nous en déduirons en désignant par h l'accroissement fini que reçoit t

$$\Delta_t z = \mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}\,\mathrm{H}\left(e^{h\mathrm{K}} - 1\right)$$

$$\Delta_t^2 z = \mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}\,\mathrm{H}\left(e^{h\mathrm{K}} - 1\right)^2$$

$$\frac{dz}{ds} = \mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}\left\{\frac{d\mathrm{H}}{ds} + t\mathrm{H}\frac{d\mathrm{K}}{ds}\right\},$$

nous pourrons ainsi écrire l'équation proposée sous la forme symbolique

$$\mathrm{G}e^{\mathrm{K}t}\left\{\mathrm{Q}\frac{d\mathrm{H}}{ds} + \mathrm{H}\left(e^{h\mathrm{K}} - 1\right)^2 + \mathrm{H}t\left(\mathrm{Q}\frac{d\mathrm{K}}{ds} + \mathrm{P}\left(e^{h\mathrm{K}} - 1\right) + \mathrm{R}\right)\right\} = 0,$$

équation à laquelle on satisfait en déterminant R et H à l'aide des deux relations

$$\mathrm{Q}\frac{d\mathrm{H}}{ds} + \mathrm{H}\left(e^{h\mathrm{K}} - 1\right)^2 = 0 \qquad (2)$$

$$\mathrm{Q}\frac{d\mathrm{K}}{ds} + \mathrm{P}\left(e^{h\mathrm{K}} - 1\right) + \mathrm{R} = 0. \qquad (3)$$

Pour intégrer cette dernière équation, il suffit de poser

$$e^{h\mathrm{K}} = v; \qquad (4)$$

nous en déduirons

$$\frac{dv}{ds} + \frac{h(\mathrm{R}-\mathrm{P})}{\mathrm{Q}}v + \frac{h\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}v^2 = 0,$$

qui a pour intégrale, en désignant par u la constante arbitraire que nous prendrons comme variable de généralisation

$$v = \frac{e^{h\int\frac{\mathrm{P}-\mathrm{R}}{\mathrm{Q}}ds}}{u - h\int\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}e^{h\int\frac{\mathrm{P}-\mathrm{R}}{\mathrm{Q}}ds}ds};$$

nous aurons ainsi, à l'aide de la relation (4)

$$K = \frac{1}{h} \log \frac{e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds}}{u - h\int \frac{P}{Q} e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds} ds};$$

cette valeur, mise dans l'équation (2), donnera

$$Q\frac{dH}{ds} + H\left(\frac{e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds}}{u - h\int \frac{P}{Q} e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds} ds} - 1\right)^2,$$

intégrant cette équation, nous obtenons

$$H = e^{-\int \frac{1}{Q}\left(\frac{e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds}}{u-h\int \frac{P}{Q} e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds} ds} - 1\right)^2 ds}$$

à l'aide de ces valeurs de K et H, l'égalité (1) pourra s'écrire

$$z = G\frac{e^{t\int \frac{P-R}{Q} ds}}{\left(u = h\int \frac{P}{Q} e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds} ds\right)^{\frac{1}{h}}} e^{-\int \frac{1}{Q}\left(\frac{e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds}}{u-h\int \frac{P}{Q} e^{h\int \frac{P-R}{Q} ds} ds} - 1\right)^2 ds}, \quad (5)$$

la généralisation de cette expression donnera l'intégrale de l'équation proposée avec une fonction arbitraire.

M. C. CAILLER

Professeur extraordinaire à l'Université de Genève.

SUR LA TRANSCENDANCE DE « e »

— Séance du 18 septembre 1891 —

Considérons l'intégrale :

$$P_n = \frac{1}{p^n 1.2.3 \ldots n} \int_x^\infty e^{-z} \left(z^p - x^p\right)^n dz \qquad (1)$$

dans laquelle p et n désignent deux nombres entiers positifs quelconques : elle est évidemment finie et bien déterminée pour toute valeur de x, réelle ou imaginaire. Il est d'ailleurs facile de reconnaître que P_n se réduit à l'exponentielle e^{-x} multipliée par un polynôme en x à coefficients entiers que nous désignerons par R_n, en sorte que nous avons :

$$P_n = e^{-x} R_n \qquad R_n = \frac{e^x}{p^n 1.2.3 \ldots n} \int_x^\infty e^{-z} \left(z^p - x^p\right)^n dz \qquad (2)$$

Si nous supposons pour un instant que la partie réelle de la variable x soit positive et différente de 0, nous pourrons écrire P_n sous une forme légèrement plus simple en remplaçant dans (1) z par zx ; on trouve ainsi :

$$x = u + vi \quad u > 0 \qquad P_n = \frac{x^{pn+1}}{p^n 1.2.3 \ldots n} \int^\infty e^{-zx} \left(z^p - 1\right)^n dz \quad (3)$$

Les deux formules (1) et (3) vont nous donner chacune une propriété de la fonction P_n.

Différentiant d'abord l'équation (1), nous trouvons immédiatement

$$\frac{dP_n}{dx} = - x^{p-1} P_{n-1} \qquad (4)$$

ou, ce qui revient au même :

$$\frac{1}{x^{p-1}} \frac{d}{dx} \left((-1)^n P_n\right) = (-1)^{n-1} P_{n-1}.$$

Si nous représentons par la notation $\left(\frac{1}{x^{p-1}}\frac{d}{dx}\right)^m \varphi$ le résultat de l'opération $\frac{1}{x^{p-1}}\frac{d}{dx}$ exécutée m fois de suite sur la fonction φ, nous déduirons de la dernière formule écrite :

$$\left(\frac{1}{x^{p-1}}\frac{d}{dx}\right)^n \mathrm{P}_n = (-1)^n \mathrm{P}_o = (-1)^n e^{-x}. \qquad (5)$$

La première des deux propriétés de P_n dont il a été question plus haut est renfermée dans les deux formules (4) et (5). Pour trouver la seconde, prenons l'équation de définition (3), ce qui suppose la partie réelle de x positive, et calculons la valeur de $\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\left(\frac{\mathrm{P}_n}{x^{pn+1}}\right)$:

$$\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\left(\frac{\mathrm{P}_n}{x^{pn+1}}\right) = \frac{(-1)^{p-1}}{p^n 1.2.3 \ldots n}\int_1^\infty \frac{e^{-zx}}{x} z^{p-1}(z^p-1)^n dz$$

$$= \frac{(-1)^{p-1}}{p^{n+1} 1.2.3 \ldots (n+1)}\int_1^\infty \frac{e^{-zx}}{x} d(z^p-1)^{n+1}$$

réduisant la dernière intégrale au moyen de l'intégration par parties et observant que le terme intégré est identiquement nul, nous obtenons :

$$\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\left(\frac{\mathrm{P}_n}{x^{pn+1}}\right) = \frac{(-1)^{p-1}}{p^{n+1} 1.2.3 \ldots (n+1)}\int_1^\infty e^{-zx}(z^p-1)^{n+1} dz$$

ou enfin :

$$\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\left(\frac{\mathrm{P}_n}{x^{pn+1}}\right) = (-1)^{p-1}\frac{\mathrm{P}_{n+1}}{x^{pn+p+1}} \qquad (6)$$

A part le facteur insignifiant $(-1)^{p-1}$, l'effet de l'opération $\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}$ exécutée sur $\frac{\mathrm{P}_n}{x^{pn+1}}$ est donc simplement d'élever l'indice n d'une unité. Si nous appliquons ce résultat plusieurs fois de suite à la fonction initiale $\frac{\mathrm{P}_o}{x}$ nous obtenons :

$$\frac{\mathrm{P}_n}{x^{pn+1}} = (-1)^{pn-n}\left(\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\right)^n \frac{\mathrm{P}_o}{x}$$

ou :

$$\mathrm{P}_n = (-1)^{pn-n} x^{pn+1}\left(\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\right)^n \frac{e^{-x}}{x} \qquad (7)$$

Notre seconde propriété est renfermée dans les formules (6) et (7) ; si l'on élimine P_n entre les formules (5) et (7), on trouve :

$$\left(\frac{1}{x^{p-1}}\frac{d}{dx}\right)^n x^{pn+1}\left(\frac{1}{x}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\right)^n \frac{e^{-x}}{x} = (-1)^{pn}e^{-x} \qquad (8)$$

formule remarquable et importante relative à la fonction e^{-x}, et qui est comme la source des propriétés des polynômes R_n.

Avant d'aller plus loin, remarquons que la formule (6) et celles qui en dérivent ne sont démontrées dans ce qui précède qu'avec la restriction que la partie réelle de x est positive ; mais il est clair qu'en vertu de la nature de P_n elles restent vraies indépendamment de cette restriction.

Nous avons maintenant le

Théorème. — La fonction P_n satisfait à une équation linéaire d'ordre p.

Si, en effet, nous prenons les deux relations démontrées plus haut :

$$P_{n+1} = (-1)^{p-1}x^{pn+p}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\left(\frac{P_n}{x^{pn+1}}\right) \text{ et } \frac{dP_{n+1}}{dx} = -x^{p-1}P_n$$

nous concluons en éliminant P_{n+1}

$$x^{p-1}P_n = (-1)^p \frac{d}{dx}\left\{x^{pn+p}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\frac{P_n}{x^{pn+1}}\right\} \qquad (9)$$

ce qui est, en effet, une équation linéaire d'ordre p. Cette équation prend sa forme la plus simple si l'on pose, pour abréger,

$$y_n = \frac{P_n}{x^{pn+1}} ;$$

elle devient :

$$\frac{d^p y_n}{dx^p} + \frac{p(n+1)}{x}\frac{d^{p-1}y_n}{dx^{p-1}} - (-1)^p y_n = 0 \qquad (10)$$

Cette équation s'intègre complètement par la fonction P_n : en effet, comme elle ne change pas de forme quand on y remplace x par $x\alpha$, $x\beta$, ... $x\lambda$, α, β, γ, ... λ étant les différentes racines $p^{ièmes}$ de l'unité, il est visible que les p intégrales de (10) seront $\frac{P_n(x\alpha)}{x^{pn+1}}$, $\frac{P_n(x\beta)}{x^{pn+1}}$, ... $\frac{P_n(x\lambda)}{x^{pn+1}}$; ces p intégrales étant d'ailleurs indépendantes puisqu'elles contiennent respectivement en facteurs les exponentielles $e^{-x\alpha}$, $e^{-x\beta}$, ... $e^{-x\lambda}$.

Ce serait ici le lieu de définir les P_n pour un indice n négatif : il faut alors abandonner la définition par l'intégrale (1) qui n'a pas de sens

pour n négatif. Il convient donc de définir P_n au moyen de l'équation (4) ; en partant de $P_o = e^{-x}$ elle donnera successivement les valeurs de P_{-1}, P_{-2}, ... etc. Il est, d'autre part, facile de prouver directement que si une fonction P_n (n pos. ou nég.) satisfait à l'équation (9), la fonction $-\frac{1}{x^{p-1}}\frac{dP_n}{dx} = P_{n-1}$ satisfait à la même équation, l'indice n étant simplement remplacé partout par $(n-1)$: je supprime cette démonstration pour ne pas allonger. Sachant donc que P_o satisfait à l'équation (9) $n=0$, on voit que $-\frac{1}{x^{p-1}}\frac{dP_o}{dx}$ ou P_{-1} satisfera à la même équation ($n=1$). Le même raisonnement s'applique au delà à P_{-2}, P_{-3}, etc.

Il est maintenant très facile de prouver que la relation (6) a aussi lieu si n est négatif. Nous avons, en effet, quel que soit n :

$$\frac{dP_{n+1}}{dx} = -x^{p-1}P_n \quad \text{et} \quad x^{p-1}P_n = (-1)^p \frac{d}{dx}\left\{x^{pn+p}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\frac{P_n}{x^{pn+1}}\right\}$$

d'où l'on tire, par comparaison :

$$\frac{dP_{n+1}}{dx} = (-1)^{p-1}\frac{d}{dx}\left\{x^{pn+p}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\frac{P_n}{x^{pn+1}}\right\}$$

Or, les deux fonctions P_{n+1} et $(-1)^{p-1}x^{pn+p}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\left(\frac{P_n}{x^{pn+1}}\right)$ qui ont même dérivée s'annulent l'une et l'autre lorsque x est égal à ∞ : donc elles coïncident pour toutes les valeurs de x. L'équation (6) se trouve ainsi démontrée dans le cas de n négatif. En résumé, toutes les équations écrites jusqu'ici s'appliquent au cas de n négatif, sauf celles qui contiennent des intégrales définies. La formule (5) nous donnera par exemple, en remplaçant n par $-n$:

$$P_{-n} = (-1)^n\left(\frac{1}{x^{p-1}}\frac{d}{dx}\right)^n e^{-x}$$

ou, ce qui revient au même :

$$P_{-n} = (-p)^n\left[\frac{d^n}{dy^n}e^{-\sqrt[p]{y}}\right]^{y=x^p} \qquad (11)$$

formule intéressante à signaler parce qu'elle met en évidence le rapport étroit existant entre les polynômes R_n et les dérivées successives de $e^{-\sqrt[p]{y}}$: c'est par ce point que les remarques actuelles se rattachent à la courte notice relative à la fraction continue de Lambert présentée par moi au

Congrès de Paris. Je me borne à signaler, comme se rattachant immédiatement au sujet qui nous occupe, la recherche de la dérivée $n^{ième}$ de $z(\sqrt[p]{y})$.

Supposons désormais n indifféremment positif ou négatif; nous pouvons formuler le théorème suivant :

THÉORÈME. — Il existe une relation récurrente entre P_n, P_{n-1}, ... P_{n-p} ou, ce qui revient au même, entre R_n, R_{n-1}, ... R_{n-p}.

Reprenons, en effet, les formules (4) et (6) :

$$\frac{dP_n}{dx} = -x^{p-1}P_{n-1} \qquad P_{n+1} = (-1)^{p-1}x^{pn+p}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}\frac{P_n}{x^{pn+1}}$$

on déduit de la première différentiée plusieurs fois de suite :

$$\frac{dP_n}{dx} = -x^{p-1}P_{n-1}$$

$$\frac{d^2P_n}{dx^2} = -(p-1)x^{p-2}P_{n-1} - x^{p-1}\frac{dP_{n-1}}{dx} = -(p-1)x^{p-2}P_{n-1} + x^{2p-2}P_{n-2}$$

$$\frac{d^3P_n}{dx^3} = -(p-1)(p-2)x^{p-3}P_{n-1} + (3p-3)x^{2p-3}P_{n-2} - x^{3p-3}P_{n-3}$$

et, en continuant de la sorte, on voit qu'on parviendra à une formule générale :

$$\frac{d^mP_n}{dx^m} = A_1^mP_{n-1} + A_2^mP_{n-2} + A_3^mP_{n-3} + \ldots + A_m^mP_{n-m} \quad (12)$$

il est aisé de reconnaître que A_1^m A_2^m ... A_m^m sont des monômes à coefficients alternativement positifs et négatifs. Si maintenant nous passons à la formule (6) et qu'on y effectue les différentiations indiquées, nous obtenons évidemment une formule :

$$P_{n+1} = B_oP_n + B_1\frac{dP_n}{dx} + \ldots \quad B_{p-1}\frac{d^{p-1}}{dx^{p-1}}P_n \qquad (13)$$

les B_0 B_1 ... B_{p-1} étant pareillement des monômes à coefficients alternativement positifs et négatifs dont le premier est toujours positif. Si, au moyen de (11), on élimine les dérivées successives de P_n qui figurent dans (13) on obtient immédiatement le résultat annoncé, c'est-à-dire une égalité de la forme :

$$P_{n+1} = C_oP_n + C_1P_{n-1} + \ldots + C_{p-1}P_{n-p+1};$$

il suffit de diviser les deux membres par le facteur e^{-x} commun à tous les termes pour avoir la même relation entre les polynômes R_n.

Nous donnons ci-dessous le tableau de ces relations pour les quatre premières valeurs de p :

1er Ordre :

$$p = 1$$
$$R_o = 1$$
$$R_n = R_{n-1} = 1$$

2e Ordre :

$$p = 2$$
$$R_o = 1$$
$$R_1 = x + 1$$
$$R_n = (2n-1)R_{n-1} + x^2 R_{n-2}$$

3e Ordre :

$$p = 3$$
$$R_o = 1$$
$$R_1 = x^2 + 2x + 2$$
$$R_2 = x^4 + 6x^3 + 20x^2 + 40x + 40$$
$$R_n = (3n-1)(3n-2)R_{n-1} + 6(n-1)x^3 R_{n-2} + x^6 R_{n-3}$$

4e Ordre :

$$p = 4$$
$$R_0 = 1$$
$$R_1 = x^3 + 3x^2 + 6x + 6$$
$$R_2 = x^6 + 9x^5 + 51x^4 + 210x^3 + 630x^2 + 1260x + 1260$$
$$R_3 = x^9 + 18x^8 + 195x^7 + 1575x^6 + 10080x^5 + 51660x^4 + 207900x^3 + 623700x^2 + 1247400x + 1247400$$
$$R_n = (4n-1)(4n-2)(4n-3)R_{n-1} + (48n^2 - 96n + 51)x^4 R_{n-2} + (12n-18)x^8 R_{n-3} + x^{12} R_{n-4}$$

Les polynômes R_n jouissent d'une propriété remarquable. Reprenons l'équation (1) :

$$R_n(x)e^{-x} = \frac{1}{p^n 1.2.3 \ldots n} \int_x^\infty e^{-z}(z^p - x^p)^n dz$$

et α représentant une racine $p^{ième}$ de l'unité, remplaçons dans cette formule x par $x\alpha$; elle devient :

$$R_n(x\alpha)e^{-x\alpha} = \frac{1}{p^n 1.2.3 \ldots n} \int_{x\alpha}^\infty e^{-z}(z^p - x^p)^n dz ;$$

soustrayons enfin ces deux équations, nous avons

$$e^{-x}R_n(x) - e^{-x\alpha}R_n(x\alpha) = \frac{1}{p^n 1.2.3 \ldots n} \int_x^{x\alpha} e^{-z}(z^p - x^p)^n dz$$

l'intégrale étant effectuée le long d'un contour quelconque reliant les points x et $x\alpha$, la ligne droite par exemple. Si alors on désigne par M le maximum du module de e^{-z}, par R le maximum du module de $z^p - x^p$ le long du contour, par l enfin la longueur du contour lui-même, il est clair que le module de l'intégrale sera inférieur à la quantité $\frac{MR^n l}{p^n 1.2.3 \ldots n}$.

Si donc on pose :

$$e^{-x}R_n(x) - e^{-x\alpha}R_n(x\alpha) = \varepsilon_n e^{-x\alpha}$$

le module de ε_n tendra vers zéro à mesure que n grandira au delà de toute limite. On a donc :

$$\frac{e^{x\alpha}}{e^x} = \frac{R_n(x\alpha) + \varepsilon_n}{R_n(x)} \qquad (14) \qquad \lim \varepsilon_n = 0$$

Théorème. — Soit $f(z)$ un polynôme en z à coefficients entiers, x un nombre entier et $1.\alpha.\beta \ldots \lambda$ les différentes racines $p^{ièmes}$ de l'unité : il ne peut exister aucune relation de la forme :

$$f(1)e^x + f(\alpha)e^{x\alpha} + f(\beta)e^{x\beta} + \ldots + f(\lambda)e^{x\lambda} = 0 \qquad (15)$$

En effet, si dans la relation hypothétique (15) on substituait aux exponentielles $e^x \ldots e^{x\lambda}$ leurs valeurs proportionnelles (14), on aurait :

$$f(1)R_n(x) + f(\alpha)R_n(x\alpha) + f(\beta)R_n(x\beta) + \ldots + f(\lambda)R_n(x\lambda) = -f(\alpha)\varepsilon_n - f(\beta)\varepsilon'_n - \ldots - f(\lambda)\varepsilon_n^{p-1}$$

Or, dans l'hypothèse admise, le premier membre est évidemment un nombre entier, tandis que le second décroît au-dessous de toute limite; il faut donc qu'à partir d'une certaine valeur de n, le premier membre soit nul. On aurait donc :

$$\begin{aligned}
&f(1)R_n(x) + f(\alpha)R_n(x\alpha) + f(\beta)R_n(x\beta) + \ldots + f(\lambda)R_n(x\lambda) = 0\\
&f(1)R_{n+1}(x) + f(\alpha)R_{n+1}(x\alpha) + f(\beta)R_{n+1}(x\beta) + \ldots + f(\lambda)R_{n+1}(x\lambda) = 0\\
&f(1)R_{n+2}(x) + f(\alpha)R_{n+2}(x\alpha) + f(\beta)R_{n+2}(x\beta) + \ldots + f(\lambda)R_{n+2}(x\lambda) = 0\\
&\ldots\ldots\ldots

serait égal à 0. Or, la propriété de récurrence des $R_n(x)$ permet de démontrer que ce déterminant n'est jamais nul, excepté lorsque x se réduit lui-même à 0, l'impossibilité de la relation admise est donc manifeste.

Lorsque p est égal à 3 on peut aller un peu plus loin.

Théorème. — Soient j et j^2 les deux racines cubiques imaginaires de l'unité : toute relation de la forme

$$ae^x + be^{xj} + ce^{xj^2} = 0$$

dans laquelle a, b, c et x représentent des entiers complexes formés au moyen de j est impossible.

Car la valeur $aR_n(x) + bR_n(xj) + cR_n(xj^2)$ étant aussi un entier complexe de la forme $p + qj$, ne peut s'abaisser au-dessous d'une certaine quantité sans se réduire à 0.

Un théorème tout pareil a aussi lieu lorsque p est égal à 4 ou à 6.

Lorsque $p = 4$ nous avons un cas particulier à signaler :

Théorème. — a, b, c, d, x représentant des entiers quelconques, toute relation de la forme

$$ae^x + be^{-x} + c\cos x + d\sin x = 0$$

est impossible.

M. Gaston TARRY

Inspecteur des Contributions diverses, à Alger.

GÉOMÉTRIE GÉNÉRALE. — LE CERCLE ET LA TRIGONOMÉTRIE

— Séance du 19 septembre 1891 —

SÉCANTES ET CORDES

133. — La *circonférence de cercle* est une ligne AA′BB′CC′ de géométrie générale, lieu géométrique de tous les points également distants d'un point OO′ qu'on nomme *centre*.

On appelle *rayon* toute droite menée du centre à la circonférence.

Tous les rayons OO′AA′, OO′BB′, OO′CC′, ... *d'un cercle sont égaux* d'après la définition même de la circonférence.

134. — Théorème : *Un point* PP′ *d'une circonférence donnée est déterminé quand on connaît l'une de ses composantes isotropes.*

On suppose connus le centre OO′ et la grandeur $\rho\varepsilon^{\omega}$ du rayon.

Si l'on donne l'une des composantes d'un point PP′ de la circonférence, on sait construire l'autre, puisque l'on connaît le produit OP. O′P′, égal à ρ^2, et l'angle formé par les semi-droites OP et O′P′, égal à 2ω. Dans le cas particulier où la composante isotrope donnée se confond avec celle de même nom du centre OO′, l'autre composante est à l'infini dans une direction quelconque.

On remarquera qu'une circonférence de rayon $r + r'\sqrt{-1}$, ou $\rho\varepsilon^{\omega}$, se confond avec une circonférence de même centre et de rayon $-(r + r'\sqrt{-1})$, ou $\rho\varepsilon^{\omega+\pi}$.

135. — Théorème : *Une droite quelconque rencontre toujours une circonférence en deux points ou en un seul.*

Examinons d'abord le cas particulier où la droite est isotrope.

La droite à l'infini, isotrope positive et négative, rencontre la circonférence aux deux points cycliques, puisque la distance du centre OO′ du cercle à un point cyclique peut être considérée comme égale à son rayon $\rho\varepsilon^{\omega}$; et il n'existe pas d'autres points d'intersection, la distance d'un point propre à un point à l'infini, autre qu'un point cyclique, devant être considérée comme infinie parce que son module est de grandeur infinie.

Toute droite isotrope, autre que la droite à l'infini, rencontre nécessairement la circonférence au point cyclique de même nom, et en vertu du théorème précédent, il existe un point propre d'intersection et un seul, si cette droite isotrope ne passe pas par le centre du cercle.

Quand la droite isotrope passe par le centre du cercle, il n'existe pas d'autre point d'intersection que le point cyclique situé sur cette droite. Dans ce cas, il serait exact de dire que le second point d'intersection est venu se confondre avec le premier. En effet, le second point a pour composantes isotropes l'une des composantes du centre et un point ordinaire quelconque à l'infini; il représente donc le point d'intersection des droites isotropes qui ont pour supports ces composantes, c'est-à-dire la droite isotrope donnée et la droite à l'infini.

Considérons maintenant le cas général où la droite n'est pas isotrope.

Quand la droite passe par le centre OO′, elle a deux points communs avec la circonférence. En effet, sur une droite donnée, non isotrope, on peut toujours construire, à partir d'un point OO′, deux segments OO′EE′, OO′FF′ égaux au rayon $\rho\varepsilon^{\omega}$ du cercle, et on n'en peut construire que deux.

Si la droite ne passe pas par le centre du cercle, de ce centre menons la perpendiculaire OO′HH′ à la droite.

Dans le cas particulier où le pied HH′ de cette perpendiculaire est situé

sur la circonférence, la droite ne peut rencontrer la circonférence en un autre point parce que la perpendiculaire ne peut être égale à une oblique.

Dans le cas général, il existe deux points d'intersection que nous pourrons construire avec la règle et le compas.

Supposons que EE′ soit un point commun à la circonférence et à la droite.

En vertu du théorème du carré de l'hypoténuse, pour que le point EE′ soit un point d'intersection, il faut et il suffit qu'on ait l'égalité

$$\overline{OO'HH'}^2 + \overline{HH'EE'}^2 = \rho^2\varepsilon^{2\omega}.$$

D'où l'on conclut que les points d'intersection sont les deux points de la droite dont les distances au point HH′ sont égales à

$$\sqrt{\rho^2\varepsilon^{2\omega} - \overline{OO'HH'}^2} \text{ ou } \sqrt{(\rho\varepsilon^{\omega} + OO'HH')(\rho\varepsilon^{\omega} - OO'HH')}.$$

136. — On donne le nom de *sécante* à toute droite qui coupe la circonférence en deux points distincts. On appelle *corde* le segment de sécante limité par les points d'intersection, et l'on réserve le nom de *diamètre* aux cordes qui passent par le centre.

Tous les diamètres d'un cercle sont égaux, car un diamètre quelconque est la somme de deux rayons.

137. — *Le diamètre ne peut être égal à une corde du cercle.*

Une corde quelconque AA′BB′ ne peut être égale à la somme OO′AA′ + OO′BB′ des deux rayons qui aboutissent à ses extrémités; elle ne peut donc être égale à un diamètre.

138. — On dit que l'angle au centre AA′OO′BB′ *intercepte* la corde AA′BB′.

Une corde est interceptée par une infinité d'angles égaux, non identiques, qui diffèrent de multiples de 2π. Toutefois, quand nous parlerons de l'angle qui intercepte une corde, il faudra toujours entendre, à moins d'avertissement contraire, qu'il s'agit de celui des angles dont la partie réelle est la plus petite en valeur absolue.

Tout diamètre non isotrope est intercepté par un angle égal à π.

Une corde isotrope est de grandeur indéterminée; elle est interceptée par un angle dont la partie réelle est indéterminée et la partie imaginaire infiniment grande, positive ou négative.

139. — Théorème : *Une corde de grandeur nulle est interceptée par un angle égal à* 0.

En effet, les points extrêmes de la corde se confondent nécessairement, car une sécante isotrope ne peut rencontrer une circonférence en deux points distincts.

Remarque. — Un diamètre isotrope rencontre la circonférence en deux points confondus avec un point cyclique, et la distance d'un point cyclique à un point quelconque a une grandeur indéterminée.

On voit qu'un diamètre isotrope est de grandeur indéterminée, qui peut être considérée comme égale au double du rayon ou bien à zéro; ce diamètre est intercepté par un angle égal à un angle donné quelconque, π ou 0, par exemple.

140. — Théorème : *Dans un même cercle ou dans des cercles égaux ; deux angles égaux ou inverses interceptent deux cordes égales, et réciproquement deux cordes égales sont interceptées par deux angles égaux ou inverses.*

Soient OO, II′ les centres de deux cercles égaux.

Si l'angle AA′OO′BB′ est égal ou inverse à l'angle CC′II′DD′, les deux triangles AA′OO′BB′ et CC′II′DD′, qui ont un angle égal ou inverse compris entre deux côtés égaux chacun à chacun, sont directement ou inversement égaux, et, par conséquent, les cordes AA′BB′, CC′DD′ sont égales.

Réciproquement, si les cordes AA′BB′ et CC′DD′ sont égales, les deux triangles AA′OO′BB′ et CC′II′DD′, qui ont leurs côtés égaux chacun à chacun, sont directement ou inversement égaux et les angles AA′OO′BB′, CC′II′DD′ sont égaux ou inverses.

141. — Théorème : *Le diamètre, perpendiculaire sur une corde, divise cette corde et l'angle qui l'intercepte en deux parties égales.*

C'est une conséquence immédiate des propriétés du triangle isocèle.

Corollaire I. — *La perpendiculaire élevée sur le milieu d'une corde passe par le centre.*

Corollaire II. — *Le lieu géométrique des milieux d'un système de cordes parallèles est le diamètre perpendiculaire à la direction commune de ces cordes.*

142. — Théorème : *Dans un même cercle ou dans des cercles égaux, deux cordes égales sont également éloignées du centre, et réciproquement deux cordes également éloignées du centre sont égales.*

Même démonstration qu'en géométrie ordinaire.

143. — Dans la définition du cercle, on suppose que le rayon a une grandeur géométrique parfaitement déterminée. Or, une grandeur $\rho\varepsilon^{\omega}$ n'est pas déterminée quand on dit qu'elle est nulle ou infinie, puisque dans cette hypothèse l'argument ω peut avoir une valeur quelconque. Il n'existe donc pas de cercle de rayon nul ou infini.

Cependant, pour abréger le langage, nous appellerons suivant l'usage *circonférence de rayon nul* le lieu géométrique des points à distance nulle d'un point donné OO′, qui sera dit le centre. Ce lieu se compose évidemment des deux droites isotropes issues du centre.

POINTS REMARQUABLES DE LA CIRCONFÉRENCE

144. — Une circonférence peut avoir des points imaginaires conjugués, autres que les points cycliques, ou bien des points réels.

Considérons d'abord une circonférence de centre imaginaire OO′ et de rayon $r + r'\sqrt{-1}$.

Si deux points propres de la circonférence sont imaginaires conjugés, PP′ et P′P, le centre est situé sur la droite réelle PPP′P′, perpendiculaire au milieu réel HH de la corde PP′P′P, et ces deux points imaginaires conjugués sont symétriques par rapport au diamètre réel du cercle.

Si un point de la circonférence est réel, son symétrique par rapport au diamètre réel est un second point réel de la circonférence.

La corde réelle qui joint deux points imaginaires conjugués, ou deux points réels, est rencontrée en son point milieu HH par le diamètre réel, qui lui est perpendiculaire.

Soit M le milieu de segment OO′ de géométrie ordinaire.

Les trois points OO′, MM, HH sont en ligne droite.

Désignons par $d\sqrt{-1}$ et x les longueurs des segments OO′MM et MMHH, comptés sur la même semi-droite; les quantités d et x sont réelles, et la distance OO′HH est évidemment égale à $d\sqrt{-1} + x$.

La différence des carrés $(r + r'\sqrt{-1})^2 - (x + d\sqrt{-1})^2$, égale au carré de la moitié de la corde qui joint deux points imaginaires conjugués ou réels, est nécessairement une quantité réelle k. Pour que cette condition soit remplie, il faut et il suffit que x soit égale à $+\frac{rr'}{d}$. Le milieu de la corde est donc parfaitement déterminé.

Ce qui démontre que *sur une circonférence de centre imaginaire il existe toujours un couple de points propres imaginaires conjugués et un seul, sans points réels, ou bien deux points réels sans couple de points propres imaginaires conjugués.*

Les deux points sont réels ou imaginaires conjugués suivant que k est positif ou négatif. Ces deux points se confondent en un seul lorsque k est nul; d est alors égal à $+r'$, ou $-r'$.

Examinons maintenant un cercle de centre réel OO et de rayon $\rho\varepsilon^{\alpha}$.

Pour que deux points imaginaires conjugués PP′ et P′P appartiennent à la circonférence, il faut et il suffit qu'on ait

$$\overline{OOPP'}^2 = \overline{OOP'P}^2 \quad \text{ou} \quad \rho^2\varepsilon^{2\alpha} = \rho^2\varepsilon^{-2\alpha},$$

ce qui exige que α soit égal à 0, ou $+\frac{\pi}{2}$.

Dans le premier cas, le rayon est égal à ρ et la circonférence est dite

réelle; la circonférence réelle a une infinité de points réels, et tous ses points imaginaires sont conjugués deux à deux.

Dans le second cas, le rayon est égal à $+\rho\sqrt{-1}$ et la circonférence est dite *imaginaire simple; la circonférence imaginaire simple n'a aucun point réel et tous ses points sont imaginaires conjugués deux à deux.*

Le cercle imaginaire simple a son centre réel et le carré de son rayon est réel négatif. Ce cas particulier du cercle de la géométrie générale a été étudié par Chasles (*Géométrie supérieure*, chap. XXXIII).

Enfin, *une circonférence de centre réel dont le carré du rayon n'est pas réel, ne possède pas de points propres réels ou imaginaires conjugués.*

TANGENTES.

145. — Définition. — *La tangente en un point d'une courbe continue est la limite vers laquelle tend la direction d'une sécante que l'on fait tourner autour de ce point, de manière qu'un second point d'intersection de cette sécante avec la courbe se rapproche indéfiniment du premier, appelé* **point de contact.**

En géométrie générale, on dit qu'un point décrit une courbe continue quand ses composantes décrivent des courbes continues de géométrie ordinaire.

Supposons qu'une courbe possède une tangente en l'un de ses points TT'.

Du centre T, décrivons une circonférence de géométrie ordinaire de rayon infiniment petit, et soient A, B, C,... des points de cette circonférence.

A, B, C,... peuvent être considérés comme les composantes positives des points AA', BB', CC', ... situés sur la courbe et infiniment voisins de TT', puisque la courbe est continue; AA', BB', CC', ... sont des points d'intersection de la courbe avec les droites isotropes positives issues des points AA, BB, CC, ... infiniment voisins de TT.

Les points AA', BB', CC',... de la courbe infiniment voisins de TT', sont évidemment situés sur la tangente à la courbe en TT'.

Pour que la sécante menée par le point TT' de la courbe et un point voisin tende vers une direction limite, quel que soit le chemin parcouru par le point qui se rapproche indéfiniment de TT', il est donc nécessaire que les droites TT'AA', TT'BB', TT'CC', ... se confondent en une seule, ou que les figures infiniment petites de géométrie ordinaire, ABC ... et A'B'C', ... soient inversement semblables.

Et il est clair que cette condition suffit pour que la courbe continue ait une tangente au point TT'.

146. — On appelle *courbe monogène*, toute courbe qui possède une tangente parfaitement déterminée en chacun de ses points.

Pour qu'une courbe soit monogène, il faut et il suffit que les figures infiniment petites, formées par les composantes positive et négative de points de la courbe infiniment voisins, soient inversement semblables.

On est ainsi conduit à dire que les figures décrites simultanément par les composantes P et P′ d'un point PP′ d'une courbe monogène sont des figures inversement semblables dont le rapport de similitude *varie* d'un lieu à l'autre.

Ce rapport de similitude est égal au carré de la caractéristique de la tangente à la courbe au point PP′; il est nul ou infini quand la tangente est une droite isotrope, positive ou négative, et égal à l'unité quand la tangente est parallèle à une droite réelle.

147. — Soient $A_1A'_1$ et $A_nA'_n$ deux points infiniment voisins d'une courbe monogène. Supposons qu'un point de la courbe se meuve d'une manière *continue* en allant de $A_1A'_1$ à $A_nA'_n$, suivant un chemin infiniment petit, et soient $A_1A'_1$, $A_2A'_2$, $A_3A'_3$, ... des positions de ces points.

Tous les points $A_1A'_1$, $A_2A'_2$, $A_3A'_3$, ... $A_nA'_n$ sont situés sur une même droite tangente à la courbe, et par conséquent la somme des segments $A_1A'_1A_2A'_2$, $A_2A'_2A_3A'_3$, ... $A_{n-1}A'_{n-1}A_nA'_n$ est égale à la longueur du segment $A_1A'_1A_nA'_n$, *quel que soit le chemin suivi par le point de la courbe qui se rend de* $A_1A'_1$ à $A_nA'_n$, *pourvu qu'il soit infiniment petit.*

Par définition, nous dirons que les longueurs de ces parcours égaux, qui sont en nombre infini, mesurent la longueur de l'arc de courbe correspondant, et nous pourrons exprimer la propriété précédente sous cette forme :

La longueur d'un arc de courbe monogène infiniment petit est égale à la longueur de sa corde.

148. — La première courbe monogène que l'on songe à concevoir est le lieu des points dont les composantes positive et négative sont des points homologues de deux figures inversement semblables; c'est la ligne droite de la géométrie générale.

Ensuite se présente naturellement le lieu des points dont les composantes isotropes sont les points correspondants de deux figures inverses; c'est la circonférence de la géométrie générale.

La plus simple des courbes non monogènes est le lieu géométrique des points dont les composantes isotropes positive et négative sont les points homologues de deux figures directement semblables; nous donnerons à ce lieu le nom de *pseudo-droite*.

ÉQUATION DE LA TANGENTE.

149. — Soit $f(x,y) = 0$ l'équation d'une courbe en coordonnées cartésiennes.

Il s'agit de trouver l'équation de la droite tangente en un point MM′ de la courbe, correspondant à la solution $f(x_1 + x'_1\sqrt{-1}, y_1 + y'_1\sqrt{-1}) = 0$.

OO′XX′ et OO′YY′ étant les axes de coordonnées, la parallèle à l'axe des yy', menée par le point MM′, rencontre l'axe des xx' en un point PP′ tel que l'on a :

$$OO'PP' = x_1 + x'_1\sqrt{-1} \quad \text{et} \quad PP'MM' = y_1 + y'_1\sqrt{-1}.$$

Pour simplifier la construction de la figure, nous supposerons que les composantes de ses différents points sont confondus. Ces figures symboliques, dont nous avons déjà fait usage, permettent de suivre le raisonnement avec moins de fatigue.

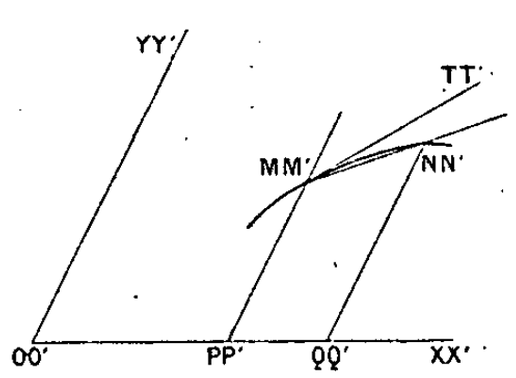


Fig. 1.

Par le point MM′ et un point voisin NN′, pris sur la courbe, menons une sécante MM′NN′, puis supposons que le point NN′ se rapproche indéfiniment du point MM′; si la courbe est monogène, la droite MM′NN′ tendra vers une position limite, qui sera la tangente à la courbe au point MM′.

Soient $x_1 + x'_1\sqrt{-1} + h + h'\sqrt{-1}$ et $y_1 + y'_1\sqrt{-1} + d + d'\sqrt{-1}$ les coordonnées du point voisin NN′. Le coefficient angulaire de la sécante MM′NN′ est le rapport $\dfrac{d + d'\sqrt{-1}}{h + h'\sqrt{-1}}$ de la différence des ordonnées des deux points MM′ et NN′ à la différence de leurs abscisses.

Quand le point NN′ se rapproche indéfiniment du point MM′, les deux accroissements $d + d'\sqrt{-1}$ et $h + h'\sqrt{-1}$ tendent simultanément vers zéro et le rapport $\dfrac{d + d'\sqrt{-1}}{h + h'\sqrt{-1}}$ tend vers une limite, qui est la dérivée de l'ordonnée considérée comme une fonction de l'abscisse.

Si l'équation de la courbe est résolue par rapport à y et mise sous la forme $y = f(x)$, la tangente aura pour coefficient angulaire $y' = f'(x)$. Lorsque l'équation de la courbe $f(x,y) = 0$ n'est pas résolue, on obtient la dérivée y' de la fonction implicite y à l'aide de l'équation $f'_x + y'f'_y = 0$, dans laquelle f'_x et f'_y désignent les dérivées partielles de la fonction $f(x,y) = 0$ par rapport à x et par rapport à y. On en déduit

$$y' = -\frac{f'_x}{f'_y}.$$

Ainsi, si l'on désigne par X et Y les coordonnées d'un point quelconque

de la tangente, l'équation de cette droite est

$$Y - y = -\frac{f'_x}{f'_y}(X - x) \quad \text{ou} \quad (X - x)f'_x + (Y - y)f'_y = 0.$$

150. — On donne le nom de *fonctions monogènes* aux fonctions d'une variable qui jouissent de la propriété d'avoir, pour chaque valeur de la variable, une dérivée parfaitement déterminée.

Une courbe monogène a pour équation une fonction monogène, et réciproquement une fonction monogène représente une courbe monogène.

Il est intéressant de comparer la propriété géométrique des fonctions monogènes, énoncée au n° 146, avec celle qui résulte de la conception d'Argand adoptée par Cauchy. (Voir Briot et Bouquet, *Théorie des fonctions elliptiques*, 2e édition.)

Dans le mode de représentation de Cauchy, comme l'ont très bien remarqué plusieurs géomètres, l'équation proposée ne représente plus, à vrai dire, une courbe comme dans le système de Descartes, mais un mode de *transformation* dont les propriétés se rattachent à celles de la courbe.

TANGENTE AU CERCLE.

151. — La circonférence de cercle est une courbe monogène, et par conséquent possède une tangente en chacun de ses points.

De la définition de la circonférence on déduit facilement la propriété des tangentes.

Considérons un point fixe AA′ d'une circonférence de centre OO′ et un point variable BB′, voisin du premier.

Dans le triangle isocèle OO′AA′BB′, le double de l'angle OO′AA′BB′, augmenté de l'angle BB′OO′AA′ est égal à $\pm\pi$.

Quand le point BB′ se rapproche indéfiniment du point AA′, l'angle BB′OO′AA′ tend vers zéro, et par suite l'angle OO′AA′BB′ tend vers $\pm\frac{\pi}{2}$.

Donc, *la tangente à la circonférence en un point* AA′ *est perpendiculaire à l'extrémité du rayon* OO′AA′ *qui aboutit au point de contact* AA′.

Et réciproquement, *la perpendiculaire à l'extrémité d'un rayon est tangente à la circonférence.*

Corollaire I. — *On peut toujours mener à une circonférence deux tangentes parallèles à une droite donnée non isotrope, et on n'en peut mener que deux.*

Corollaire II. — *Toute tangente est parallèle aux cordes que le diamètre mené par le point de contact partage en deux parties égales.*

152. — On appelle *asymptotes* d'une courbe les tangentes en ses points à l'infini.

Considérons sur une circonférence une sécante passant par l'un de ses points à l'infini, par exemple le point cyclique positif, et un second point variable. Nous avons fait voir au n° 135 que si le point variable se rapproche indéfiniment du point cyclique positif, la sécante a pour position limite la droite isotrope positive qui passe par le centre de la circonférence.

D'où l'on conclut que *la circonférence a pour asymptotes les deux droites isotropes menées par le centre.*

153. — Théorème. — *Une droite quelconque rencontre toujours une circonférence en deux points distincts ou confondus.*

Quand les deux points se confondent, la droite est tangente ou asymptote à la circonférence.

154. — On appelle *normale* en un point d'une courbe la perpendiculaire élevée par ce point à la tangente correspondante.

La normale en un point d'une circonférence est donc dirigée suivant le rayon qui passe par ce point, c'est-à-dire que toutes les normales à la circonférence passent par son centre.

Il en résulte que, *par un point quelconque autre qu'un point cyclique ou le centre, on peut toujours mener deux normales à une circonférence en des points propres et on n'en peut mener que deux.*

155. — Toute droite qui n'est pas normale à la circonférence lui est oblique.

Théorème. — *Une oblique* CC′DD′, *issue d'un point* CC′ *qui n'appartient pas à la circonférence* OO′, *ne peut être égale à l'une des normales* CC′AA′ *et* CC′BB′ *qui passent par ce point.*

En effet, les grandeurs de ces deux normales sont égales à la somme et à la différence des deux côtés OO′CC′, OO′DD′ d'un triangle dont le troisième côté est l'oblique CC′DD′.

Remarque. — *Toute droite isotrope peut être considérée, à volonté, comme oblique, normale ou tangente à une circonférence quelconque en un point cyclique.*

156. — Théorème. — *Deux parallèles interceptent sur la circonférence des cordes égales.*

Supposons que les parallèles rencontrent la circonférence aux points AA′, BB′ et CC′, DD′. Du centre OO′ abaissons sur ces droites la perpendiculaire commune.

Les points AA′ et BB′ sont symétriques par rapport à cette perpendiculaire, ainsi que les points CC′ et DD′.

Par conséquent, les cordes symétriques AA′CC′ et BB′DD′, ou AA′DD′ et BB′CC′, sont égales. Si l'une des parallèles est tangente en un point

AA′, le diamètre OO′AA′ est perpendiculaire au milieu de l'autre corde CC′DD′ e le triangle AA′CC′DD′ est isocèle. Enfin, si les deux parallèles sont tangentes, les rayons qui aboutissent à leurs points de contact sont sur une même droite et les cordes interceptées sont égales au diamètre.

157. — Théorème. — *On peut toujours faire passer une circonférence et une seule par trois points propres* AA′, BB′, CC′, *non situés en ligne droite et tels que la distance de deux quelconques d'entre eux ne soit pas nulle.*

Le centre de la circonférence équidistant des points AA′, BB′, CC′, doit se trouver sur la perpendiculaire AB′BA′ élevée sur le milieu de AA′BB′; il doit aussi appartenir à la perpendiculaire AC′CA′ au milieu de AA′CC′.

Comme les deux droites AB′BA′, AC′CA′ ne peuvent avoir qu'un point commun, on voit d'abord qu'il ne saurait exister qu'un seul point propre équidistant des points AA′, BB′, CC′. En second lieu, un tel point OO′ existe toujours si, conformément à notre hypothèse, les points AA′, BB′, CC′ ne sont pas en ligne droite, et aucune des droites AA′BB′, BB′CC′, CC′AA′ n'est isotrope.

Enfin, la distance du centre OO′ aux trois points ne peut être nulle, autrement deux de ces points appartiendraient à une même droite isotrope et seraient à distance nulle.

158. — Application à la géométrie ordinaire.

Étant donnés deux triangles ABC et A′B′C′, il existe sur leur plan deux points O et O′ tels que les triangles OAB, OBC, OCA soient inversement semblables aux triangles O′B′A′, O′C′B′, O′A′C′.

POSITIONS MUTUELLES DE DEUX CIRCONFÉRENCES.

159. — On dit que deux courbes sont *tangentes* en un point commun lorsqu'elles sont tangentes à une même droite au point commun, appelé *point de contact*.

Deux courbes tangentes ont au moins deux points communs confondus avec le point de contact.

Deux courbes qui ont trois points communs confondus sont dites *osculatrices*; le point où se confondent ces trois points communs est le *point d'osculation*.

160. — Toutes les circonférences passent par les deux points cycliques, et deux circonférences ne peuvent avoir trois points propres communs sans se confondre; d'où il suit que deux circonférences ne peuvent avoir plus de quatre points communs.

Théorème. — *Deux circonférences se rencontrent toujours en quatre points, distincts ou confondus.*

Nous distinguerons trois cas principaux :

1° Les centres AA′, BB′ des deux circonférences ne sont pas à distance nulle.

Les deux circonférences sont sécantes aux points cycliques, car si elles étaient tangentes en l'un de ces points, l'asymptote en ce point passerait par les centres des deux circonférences et ces centres, situés sur une même droite isotrope, seraient à distance nulle.

Soit PP′ un point propre commun aux deux circonférences.

La différence des carrés des distances du point PP′ aux centres AA′ et BB′, égale à la différence des carrés des rayons, est constante.

Le lieu des points dont la différence des carrés des distances aux points fixes AA′ et BB′ est constante est une droite perpendiculaire à la droite AA′BB′; par conséquent tout point commun aux deux circonférences est nécessairement situé sur cette perpendiculaire, que nous savons construire, et il est évident que tout point de rencontre de cette perpendiculaire avec l'une des circonférences est situé sur l'autre.

La perpendiculaire est sécante ou tangente à l'une des circonférences; dans le premier cas, les deux circonférences se coupent en deux points propres et, dans le second cas, elles sont tangentes en un point propre. Donc :

Deux circonférences dont les centres ne sont pas à distance nulle se coupent en quatre points, les deux points cycliques et deux points propres symétriques par rapport à la droite des centres, ou bien elles ont deux points d'intersection, les points cycliques, et sont tangentes en un point propre situé sur la droite des centres.

2° Les deux circonférences ont le même centre.

Elles ont évidemment les mêmes asymptotes et ne peuvent avoir de point propre commun sans se confondre.

Donc, *deux circonférences concentriques ont un double contact à l'infini.*

3° Les centres sont à distance nulle, sans cependant se confondre.

Il est évident que les circonférences ne peuvent être tangentes en un point propre.

Les centres AA′, AB′ sont situés sur une même droite isotrope, que nous supposerons positive. Les deux circonférences sont tangentes au point isotrope positif et sécantes au point isotrope négatif.

S'il existe un point propre commun PP′, les distances PP′AA′ et PP′AB′ de ce point aux centres seront respectivement égales aux grandeurs des rayons $\rho\varepsilon^{\alpha}$ et $\rho'\varepsilon^{\alpha'}$. On aura donc les égalités :

$$PA.P'A' = \rho^2, \qquad \widehat{PA,P'A'} = 2\alpha,$$

$$PA.P'B' = \rho'^2, \qquad \widehat{PA,P'B'} = 2\alpha'.$$

On voit que le triangle de géométrie ordinaire P′A′B′ est déterminé sans ambiguité, puisque l'on connaît la base A′B′; la grandeur de l'angle au sommet et le rapport des deux autres côtés.

Le point PP′, commun aux deux cordes, est donc parfaitement déterminé.

Dans le cas particulier où les rayons sont égaux, la composante P′ passe à l'infini, et le quatrième point PP′ commun aux deux circonférences se confond avec le point cyclique positif.

De ce qui précède, l'on déduit les théorèmes suivants :

Théorème. — *Pour que deux circonférences soient osculatrices en un point cyclique, il faut et il suffit que ces deux circonférences aient leurs rayons égaux et que leurs centres soient distincts et situés sur la droite qui passe par le point d'osculation.*

Deux circonférences osculatrices n'ont aucun point propre commun.

Théorème. — *Deux circonférences de rayons inégaux, dont les centres non confondus sont à distance nulle, sont tangents en un point cyclique et sécantes en deux points, l'autre point cyclique et un point propre.*

161. — Les théorèmes suivants sont une conséquence immédiate des propriétés que nous venons de démontrer.

Si deux circonférences se coupent en deux points propres ou sont tangentes en un point propre, leurs centres ne sont pas à distance nulle.

Si deux circonférences ont un seul point propre commun, leurs centres sont distincts et situés sur une même droite isotrope, asymptote commune aux deux circonférences, et les rayons sont inégaux.

Si deux circonférences n'ont aucun point propre commun, elles sont concentriques et bitangentes aux points cycliques, ou bien elles sont osculatrices en un point cyclique, ont leurs rayons égaux, et leurs centres sont distincts et situés sur la droite isotrope qui passe par le point d'osculation.

162. — La démonstration des propriétés suivantes ne présente aucune difficulté.

Si deux circonférences sont tangentes en un point propre, la distance de leurs centres est égale à la somme ou à la différence de leurs rayons.

Si deux circonférences sont sécantes en deux points propres, la distance de leurs centres ne peut être égale à la somme ou à la différence de leurs rayons.

PROPRIÉTÉS ANGULAIRES.

163. — On nomme *angle inscrit* tout angle formé par deux cordes qui se coupent sur la circonférence. Les côtés de l'angle coupent la circonférence en deux autres points qui déterminent la corde *sous-tendue* par l'angle inscrit.

Tout angle dont un côté est une droite isotrope ne peut être mesuré, puisque sa partie réelle est indéterminée, et sa partie imaginaire est infiniment grande, positive ou négative, ou bien indéterminée (voir n° 53).

Nous ne nous occuperons donc que des angles dont les côtés sont des droites non isotropes.

164. — Théorème. — *Tout angle inscrit dans un cercle est égal à la moitié de l'angle au centre qui intercepte la corde sous-tendue, ou en diffère de* π.

Soit BB′AA′CC′ l'angle inscrit dans un cercle OO′.

Il s'agit de démontrer que le double de l'angle BB′AA′CC′ est égal à l'angle au centre BB′OO′CC′.

Dans les triangles isocèles OO′BB′AA′, OO′AA′CC′, on a les relations

$$2.\widehat{OO'AA'CC'} = \widehat{AA'OO'CC'} \pm \pi$$

$$2.\widehat{BB'AA'OO'} = \widehat{BB'OO'AA'} \pm \pi.$$

Additionnant membre à membre, il vient :

$$2.\widehat{BB'AA'CC'} = \widehat{BB'OO'CC'} \quad \text{ou} \quad \widehat{BB'OO'CC'} \pm 2\pi \quad \text{(c. q. f. d.)}.$$

165. — Supposons que le côté BB′CC′ restant fixe, le point AA′ se rapproche indéfiniment de BB′ de manière que la corde BB′AA′ devienne la tangente BB′TT′ au point BB′; dans toutes les positions de la corde BB′AA′ l'angle inscrit BB′AA′CC′ aura pour mesure la moitié de l'angle BB′OO′CC′; donc, à la limite, *l'angle* TT′BB′CC′, *formé par une tangente* BB′TT′ *et une corde* BB′CC′ *issue du point de contact* BB′ *est égal à la moitié de l'angle au centre qui intercepte cette corde.*

166. — Théorème. — *Tous les angles inscrits sous-tendus par la même corde sont égaux ou diffèrent de* π.

En effet, les angles inscrits PP′AA′QQ′ et PP′BB′QQ′ sont égaux ou diffèrent de π comme étant égaux l'un et l'autre à la moitié de l'angle PP′OO′QQ′, ou de l'angle PP′OO′QQ′ $\pm 2\pi$.

Corollaire. — *Dans tout quadrilatère* AA′BB′CC′DD′ *inscrit dans un cercle la somme des angles opposés,* AA′BB′CC′ *et* CC′DD′AA′, *est nulle ou égale à* $\pm \pi$.

167. — Théorème. — *Un quadrilatère* AA′BB′CC′DD′ *est inscriptible dans un cercle si la somme de deux angles opposés est nulle ou égale à* $\pm \pi$.

Soient OO′, RR′ les centres des cercles circonscrits aux triangles AA′BB′CC′, AA′DD′CC′.

Dans les triangles isocèles AA′OO′CC′ et AA′RR′CC′ les angles AA′OO′CC′, AA′RR′CC′ sont égaux. Par conséquent, dans ces triangles isocèles les

angles AA′CC′OO′,AA′CC′RR′ sont égaux ou diffèrent de π, ainsi que les angles CC′AA′OO′, CC′AA′RR′, et les centres OO′, RR′ se confondent.

Donc les deux cercles se confondent (C. Q. F. D.).

168.—Théorème.—*Le lieu des points d'où l'on voit un segment de droite sous un angle égal à un angle donné, ou qui en diffère de* π, *est une circonférence passant par les extrémités du segment.*

Ce théorème est une conséquence immédiate du précédent.

169. — Théorème. — *Tout angle* BB′AA′CC′, *dont les côtés* AA′BB′DD′, AA′CC′EE′ *coupent un cercle* OO′ *aux points* BB′,DD′ *et* CC′,EE′, *est égal à la demi-somme des angles au centre qui interceptent les cordes* BB′CC′ *et* DD′EE′, *ou en diffère de* π.

Par le point BB′, menons la parallèle à la corde CC′EE′; elle rencontre la circonférence en un second point HH′.

Les angles DD′BB′HH′ et BB′AA′CC′, qui ont leurs côtés parallèles, sont

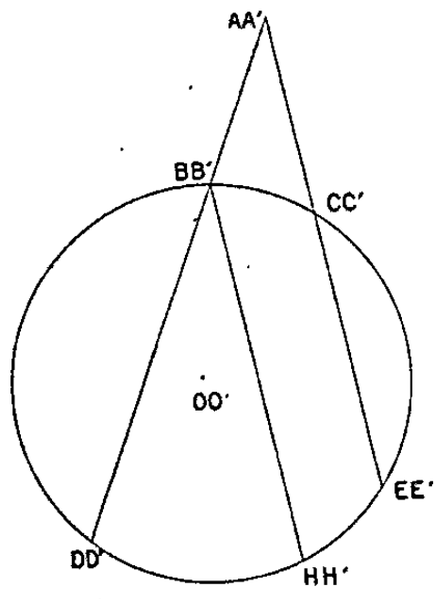


Fig. 2.

égaux ou diffèrent de π; par conséquent l'angle BB′AA′CC′ est égal à la moitié de l'angle au centre DD′OO′HH′ ou en diffère de π, et l'on a, à π près :

$$\widehat{BB'AA'CC'} = \frac{1}{2}\widehat{DD'OO'HH'} = \frac{1}{2}\left(\widehat{DD'OO'EE'} + \widehat{EE'OO'HH'}\right).$$

Les rayons OO′BB′,OO′CC′ sont symétriques aux rayons OO′HH′, OO′EE′ par rapport au diamètre perpendiculaire aux cordes parallèles BB′HH′, CC′EE′; par conséquent, les angles symétriques BB′OO′CC′, HH′OO′EE′ sont inverses.

Dans l'égalité précédente, remplaçons l'angle EE′OO′HH′ par son égal BB′OO′CC′, il vient :

$$\widehat{BB'AA'CC'} = \frac{1}{2}\left(\widehat{BB'OO'CC'} + \widehat{DD'OO'EE'}\right).$$

Le théorème est vrai pour toutes les positions des points propres BB′, CC′, DD′, EE′ et par conséquent dans tous les cas limites où deux de ces points se confondent.

On remarquera que nous tenons compte du sens des cordes ; ainsi les cordes BB′CC′, CC′BB′ sont interceptées par les angles inverses BB′OO′CC′, CC′OO′BB′.

PUISSANCE D'UN POINT PAR RAPPORT A UN CERCLE.

170. — Théorème. — *Si d'un point pris dans le plan d'un cercle, on mène des sécantes à ce cercle, le produit des distances de ce point aux deux points d'intersection de chaque sécante avec la circonférence, comptées sur une même semi-droite, est constant, quelle que soit la direction de la sécante.*

Soient AA′ et BB′ les intersections d'une sécante issue d'un point fixé EE′ avec une circonférence de centre OO′.

Construisons le diamètre perpendiculaire à la corde AA′BB′.

Le pied HH′ de cette perpendiculaire est le milieu de la corde AA′BB′, et les distances EE′AA′ et EE′BB′ sont égales aux sommes EE′HH′ + HH′AA′ et EE′HH′ — HH′AA′; par conséquent, le produit de ces distances est égal à $\overline{EE'HH'}^2 - \overline{HH'AA'}^2$.

Dans les triangles rectangles OO′HH′EE′ et OO′HH′AA′, on a :

$$\overline{EE'OO'}^2 = \overline{EE'HH'}^2 + \overline{HH'OO'}^2, \quad \overline{OO'AA'}^2 = \overline{OO'HH'}^2 + \overline{HH'AA'}^2.$$

D'où l'on déduit que le produit des distances EE′AA′ et EE′BB′, comptées sur la même semi-droite, est égal à $\overline{EE'OO'}^2 - \overline{OO'AA'}^2$.

Le produit constant EE′AA′ × EE′BB′ a reçu le nom de *puissance* du point EE′ par rapport au cercle considéré.

Dans le cas particulier où les points AA′ et BB′ se confondent en un seul TT′, la relation devient $\overline{EE'TT'}^2 = \overline{EE'OO'}^2 - \overline{OO'TT'}^2$, et le triangle EE′TT′OO′ est rectangle.

Ce théorème est encore vrai quand la circonférence est de rayon nul (n° 101).

171. — Réciproquement, *lorsque deux droites* AA′BB′ *et* CC′DD′ *se coupent en un point* EE′ *tel que l'on ait la relation*

$$EE'AA' \times EE'BB' = EE'CC' \times EE'DD',$$

les points AA′, BB′, CC′, DD′ *appartiennent à une même circonférence.*

La circonférence qui passe par les trois points AA′, BB′, CC′ rencontre la sécante EE′CC′ en un second point D_1D_1' et l'on a :

$$EE'AA' \times EE'BB' = EE'CC' \times EE'D_1D_1'.$$

D'où l'on conclut que les segments $EE'D_1D'_1$ et $EE'DD'$, comptés sur la même semi-droite, sont égaux et se confondent.

Si $\overline{EE'TT'}^2 = EE'AA' \times EE'BB'$, la circonférence qui passe par les trois points AA', BB', TT' est tangente en TT' à la droite EE'TT'.

172. — Désignons par $\alpha + \alpha'\sqrt{-1}$, $\beta + \beta'\sqrt{-1}$, $\gamma + \gamma'\sqrt{-1}$, les angles CC'AA'BB', AA'BB'CC', BB'CC'AA' d'un triangle AA'BB'CC', et soient AD', EA' les points d'intersection du côté BB'CC' avec les droites isotropes positive et négative issues du sommet AA'.

Au n° 101, nous avons démontré les égalités suivantes :

$$\varepsilon^{2(\beta+\beta'\sqrt{-1})} = \frac{BB'EA'}{BB'AD'}, \quad \varepsilon^{2(\gamma+\gamma'\sqrt{-1})} = \frac{CC'AD'}{CC'EA'}.$$

La somme des angles d'un triangle étant égale à deux droites, de ces égalités on déduit la suivante :

$$\varepsilon^{2(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})} = \varepsilon^{-2(\beta+\beta'\sqrt{-1})-2(\gamma+\gamma'\sqrt{-1})} = \frac{BB'AD'}{BB'EA'} : \frac{CC'AD'}{CC'EA'}.$$

On a donc ce théorème :

Le rapport segmentaire du double de l'angle CC'AA'BB' *d'un triangle* CC'AA'BB' *est égal au quotient des rapports des distances des sommets* BB' *et* CC' *aux points d'intersection du côté* BB'CC' *avec les droites isotropes positive et négative issues du sommet* AA'.

C'est la généralisation du théorème de Laguerre (voir n° 62).

LIGNES TRIGONOMÉTRIQUES.

173. — Dans un cercle OO' de rayon égal à l'unité, concevons un rayon immobile OO'AA', servant de côté origine commun à tous les angles au centre, et un rayon mobile OO'MM'; l'angle variable AA'OO'MM' passera par toutes les valeurs possibles et à un angle donné correspondra un seul point MM' sur la circonférence.

Nous supposerons toujours, pour éviter l'indétermination, que les valeurs réelles des angles considérés sont comprises entre $+\pi$ et $-\pi$, ou égales à $+\pi$.

La semi-droite OO'AA' rencontre la circonférence en un second point $A_1A'_1$; le segment $OO'A_1A'_1$ est égal à -1 et l'angle $AA'OO'A_1A'_1$ est égal à $+\pi$.

Menons par le centre la semi-droite qui fait avec le côté origine OO'AA' un angle égal à $+\frac{\pi}{2}$. Cette semi-droite rencontre la circonférence en deux points BB' et $B_1B'_1$ tels que les segments OO'BB' et $OO'B_1B'_1$ soient

respectivement égaux à $+1$ et -1; l'angle $AA'OO'BB'$ est égal à $+\frac{\pi}{2}$ et l'angle $AA'OO'B_1B_1'$ à $-\frac{\pi}{2}$.

De l'extrémité MM' du rayon mobile, menons la perpendiculaire $MM'PP'$ sur le rayon fixe.

Le segment $PP'MM'$, compté sur la semi-droite parallèle de même sens à $OO'BB'$, est le *sinus* de l'angle $AA'OO'MM'$.

Le segment $OO'PP'$ de la semi-droite $OO'AA'$ est le *cosinus* de cet angle.

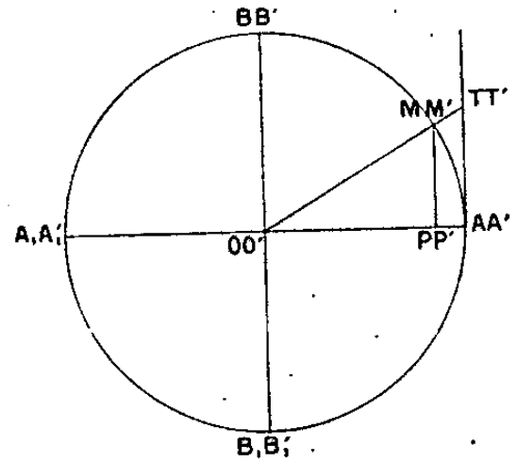


Fig. 3.

On voit immédiatement que *le sinus et le cosinus d'un angle quelconque sont respectivement égaux au cosinus et au sinus de l'angle complémentaire*

$$\sin\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)=\cos\left(\frac{\pi}{2}-\alpha-\beta\sqrt{-1}\right),$$

$$\cos\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)=\sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha-\beta\sqrt{-1}\right).$$

Le triangle rectangle $OO'PP'MM'$ donne $\overline{PP'MM'}^2+\overline{OO'PP'}^2=\overline{OO'MM'}^2$, par conséquent

$$\sin^2\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)+\cos^2\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)=1.$$

On nomme *tangente* de l'angle $AA'OO'MM'$ la partie de la tangente en AA' comprise entre le point de contact AA' et le point d'intersection TT' de cette tangente avec la droite $OO'MM'$, la grandeur du segment $AA'TT'$ étant mesurée sur une semi-droite directement parallèle à $OO'BB'$, comme $PP'MM'$.

Le rapport des segments $AA'TT'$ et $PP'MM'$ de semi-droites parallèles de même sens étant égal au rapport des segments $OO'AA'$ et $OO'PP'$, on a la relation

$$\operatorname{tg}\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)=\frac{\sin\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)}{\cos\left(\alpha+\beta\sqrt{-1}\right)}.$$

174. — Quand le point MM′ se confond avec le point cyclique positif, ou négatif, l'angle est égal à $\frac{0}{0} + \infty\sqrt{-1}$, ou $\frac{0}{0} - \infty\sqrt{-1}$, et est, par conséquent, indéterminé pour la partie réelle; le sinus et le cosinus ont des valeurs infinies, mais la tangente a une grandeur déterminée égale à $+\sqrt{-1}$, ou $-\sqrt{-1}$, en vertu de notre théorème fondamental.

Réciproquement si la tangente d'un angle est égale à $+\sqrt{-1}$, ou $-\sqrt{-1}$, la partie réelle de cet angle est égale à une quantité réelle quelconque et la partie imaginaire est infinie, positive ou négative, $+\infty\sqrt{-1}$, ou $-\infty\sqrt{-1}$.

Cette particularité fournit la véritable solution de cette question d'apparence paradoxale.

Si tg $a = \pm\sqrt{-1}$, *on a* tg $(a + b) = \pm\sqrt{-1}$, *quel que soit* b.

En effet, si tg $a = +\sqrt{-1}$, par exemple, $a = \frac{0}{0} + \sqrt{-1}\,\infty$ et, par conséquent, $a + b$ est aussi égal à $\frac{0}{0} + \sqrt{-1}\,\infty$ et tg $(a+b) = +\sqrt{-1}$.

Une seule exception se présente quand b est égal à $\frac{0}{0} - \sqrt{-1}\,\infty$; dans ce cas, tg $b = -\sqrt{-1}$ et tg $(a + b) = \frac{0}{0} + \sqrt{-1}(\infty - \infty)$ et est entièrement indéterminé. Nous retrouvons cette propriété énoncée au n° 53 :

Deux droites isotropes de même nom, distinctes ou confondues, forment un angle égal à un angle donné quelconque.

Deux cercles concentriques sont tangents aux points cycliques, et, par définition, l'angle des tangentes en un point commun à deux circonférences est égal à l'angle sous lequel se coupent les deux circonférences.

On a donc le théorème suivant :

Deux cercles concentriques quelconques se coupent toujours sous un angle entièrement indéterminé, égal à un angle donné quelconque.

Nous concluons de là que les raisonnements qui tendent à démontrer que deux cercles concentriques de rayons r et $r\sqrt{-1}$ se coupent à angle droit manquent de rigueur. (Voir *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1857, tome XVI, p. 179-290, et *Théorie des Acceptions*, par Evrard, 1891, p. 155.)

175. — En géométrie générale, on ne peut qu'exceptionnellement superposer deux cercles de rayons égaux, ou deux rayons d'un même cercle.

Il est donc nécessaire de démontrer que les grandeurs des lignes trigonométriques d'un angle dépendent uniquement de la grandeur de cet angle.

Nous donnerons la démonstration au n° 183.

176. — Dans le cercle à deux points symétriques par rapport au rayon

origine correspondent deux angles inverses qui ont le même cosinus et des sinus égaux et de signes contraires.

A deux points symétriques par rapport au diamètre perpendiculaire au rayon origine correspondent deux angles supplémentaires qui ont le même sinus et des cosinus égaux et de signes contraires.

On a donc les égalités :

$$\sin(-\alpha-\beta\sqrt{-1})=-\sin(\alpha+\beta\sqrt{-1}),\qquad \cos(-\alpha-\beta\sqrt{-1})=\cos(\alpha+\beta\sqrt{-1}),$$

$$\sin(\pi-\alpha-\beta\sqrt{-1})=\sin(\alpha+\beta\sqrt{-1}),\qquad \cos(\pi-\alpha-\beta\sqrt{-1})=-\cos(\alpha+\beta\sqrt{-1}),$$

$$\operatorname{tg}(-\alpha-\beta\sqrt{-1})=-\operatorname{tg}(\alpha+\beta\sqrt{-1}),\qquad \operatorname{tg}(\pi-\alpha-\beta\sqrt{-1})=-\operatorname{tg}(\alpha+\beta\sqrt{-1}).$$

De ces égalités on déduit les suivantes :

$$\sin(\pi+\alpha+\beta\sqrt{-1})=-\sin(\alpha+\beta\sqrt{-1}),\qquad \cos(\pi+\alpha+\beta\sqrt{-1})=-\cos(\alpha+\beta\sqrt{-1}),$$

$$\operatorname{tg}(\pi+\alpha+\beta\sqrt{-1})=\operatorname{tg}(\alpha+\beta\sqrt{-1}).$$

PARADOXE GÉOMÉTRIQUE.

177. — Nous avons proposé le théorème suivant, qui a été démontré cette année dans *Mathésis*.

On donne une conique K et deux points A, B pris sur la courbe.

Il existe toujours deux points qui jouissent de la propriété suivante : Une droite quelconque menée par l'un ou l'autre de ces points rencontre la courbe en deux points P, Q tels que la somme des angles APB et AQB est constante.

Ces deux points sont le pôle et le milieu de la corde qui est vue des points A et B sous un angle droit.

Dans le cas particulier de l'hyperbole équilatère, si les deux points A et B sont les sommets de la courbe, tout point de l'axe non transverse jouit de la propriété énoncée (*).

Il en résulte que si, par un point fixe de l'axe non transverse, on mène une sécante quelconque coupant l'hyperbole équilatère aux points P et Q, la somme des angles APB et AQB est une quantité constante d.

Soient ω et ω' les points d'intersection, imaginaires conjugués, de l'axe non transverse avec la courbe; la somme des angles fixes $A\omega B$ et $A\omega' B$ est évidemment égale à d.

Quand le point fixe se meut sur l'axe non transverse, la constante d varie et peut prendre une valeur quelconque.

D'où cette propriété d'apparence paradoxale :

(*) *Plus généralement :* Si, par un point fixe situé sur une droite perpendiculaire au milieu d'un diamètre AB d'une hyperbole équilatère, on mène une droite quelconque coupant la courbe aux points P et Q, la somme des angles APB et AQB est constante. (Voir *Journal de Mathématiques spéciales*, novembre 1891, page 257.)

La somme des deux angles fixes AωB *et* Aω′B *est égale à un angle donne quelconque.*

L'explication fournie par la géométrie générale est très claire.

On démontre aisément que les quatre droites distinctes ωA, ωB, ω′A, ω′B sont des droites isotropes. Il en résulte que l'un des angles fixes AωB, Aω′B est égal à $\frac{0}{0}+\sqrt{-1}\,\infty$ et l'autre à $\frac{0}{0}-\sqrt{-1}\,\infty$.

La somme de ces deux angles fixes est donc une grandeur indéterminée $\frac{0}{0}+\sqrt{-1}(\infty-\infty)$, qui peut être considérée comme égale à une grandeur donnée quelconque.

PROJECTIONS.

178. — On nomme *projection* d'un point AA′ sur une semi-droite OO′XX′ le pied $A_1A'_1$ de la perpendiculaire abaissée de ce point sur la semi-droite. La perpendiculaire $AA'A_1A'_1$ reçoit le nom de *projetante* du point AA′ et la semi-droite OO′XX′ celui d'*axe de projection*.

On nomme *projection d'un segment* AA′BB′ de semi-droite le segment $A'A'_1B_1B'_1$ de l'axe de projection qui a respectivement pour origine et extrémité les projections de l'origine et de l'extrémité du segment AA′BB′.

On nomme *résultante* de plusieurs segments consécutifs le segment qui a pour origine l'origine du premier, et pour extrémité l'extrémité du dernier; ces segments consécutifs prennent le nom de *composantes*.

La projection de la résultante est la somme des projections des composantes; en d'autres termes, on a toujours :

$$A_1A_1E_1E_1 = A_1A'_1B_1B'_1 + B_1B'_1C_1C'_1 + C_1C'_1D_1D'_1 + D_1D'_1E_1E'_1.$$

Tel est le *théorème général des projections*.

179. — Théorème. — *La projection d'un segment est égale au produit de ce segment par le cosinus de l'angle formé par l'axe de projection et la base du segment.*

Nous pouvons remplacer l'axe de projection par une autre semi-droite OO′XX′ qui lui est directement parallèle et passe par l'origine OO′ du segment considéré OO′BB′.

Sur la semi-droite OO′XX′ et la semi-droite sur laquelle est mesuré le segment OO′BB′, considérons les segments OO′AA′, OO′MM′ égaux à l'unité.

L'angle $\alpha+\beta\sqrt{-1}$, formé par l'axe de projection et la base du segment, est égal à l'angle au centre AA′OO′MM′ du cercle OO′ de rayon égal à l'unité.

Soient $B_1B'_1$ et $M_1M'_1$ les projections des points BB′ et MM′ sur le rayon origine OO′AA′.

On a la relation

$$\frac{OO'BB'}{\overline{OO'MM'}} = \frac{OO'B_1B'_1}{\overline{OO'M_1M'_1}}$$

dans laquelle $OO'MM' = 1$ et $OO'M_1M'_1 = \cos(\alpha + \beta\sqrt{-1}$. On en déduit :

$$OO'B_1B'_1 = OO'BB' \cos(\alpha + \beta\sqrt{-1}). \quad \text{(C. Q. F. D.)}.$$

180. — *Dans tout triangle* AA'BB'CC' *on a en grandeur et en signe la relation*

$$\overline{BB'CC'}^2 = \overline{AA'BB'}^2 + \overline{AA'CC'}^2 - 2AA'BB'.AA'CC'. \cos(\alpha + \alpha'\sqrt{-1}),$$

en désignant par $\alpha + \alpha'\sqrt{-1}$ *l'angle* BB'AA'CC', *ou son inverse* CC'AA'BB' *qui a le même cosinus.*

Au n° 102 nous avons démontré l'égalité

$$\overline{BB'CC'}^2 = \overline{AA'BB'}^2 + \overline{AA'CC'}^2 - 2AA'BB'.AA'HH'$$

dans laquelle AA'HH' désigne la projection du segment AA'CC' de la semi-droite AA'CC' sur la semi-droite AA'BB', les segments AA'BB', AA'HH' devant être comptés sur la même semi-droite. Par conséquent, *quels que soient les signes des côtés du triangle*, on a toujours $AA'HH' = AA'CC' \cos(\alpha + \alpha'\sqrt{-1})$. Et le théorème est démontré.

ÉQUATION DE LA CIRCONFÉRENCE DE CERCLE.

181. — *En géométrie analytique générale, l'équation du cercle en coordonnées cartésiennes, imaginaires ou réelles, est une équation du second degré dans laquelle les termes en* x^2 *et* y^2 *ont pour coefficient l'unité, et le terme en* xy *deux fois le cosinus de l'angle des axes.*

Réciproquement, toute équation de cette forme représente une circonférence de cercle.

La démonstration est identique à celle de la géométrie analytique ordinaire.

L'équation d'une circonférence de cercle de rayon $r + r'\sqrt{-1}$ est de la forme

$$(x-a-a'\sqrt{-1})^2+(y-b-b'\sqrt{-1})^2+2(x-a-a'\sqrt{-1})(y-b-b'\sqrt{-1})$$
$$\cos(\theta + \theta'\sqrt{-1}) = (r + r'\sqrt{-1})^2.$$

$a + a'\sqrt{-1}$ et $b + b'\sqrt{-1}$ sont l'abscisse et l'ordonnée du centre.

Quand les axes sont rectangulaires $\theta + \theta'\sqrt{-1}$ est égal à $+\frac{\pi}{2}$ ou $-\frac{\pi}{2}$, le cosinus est nul et l'équation devient

$$(x-a-a'\sqrt{-1})^2 + (y-b-b'\sqrt{-1})^2 = (r + r'\sqrt{-1})^2.$$

FORMULES FONDAMENTALES DE LA TRIGONOMÉTRIE.

182. — Dans un cercle OO′ de rayon égal à l'unité, soient AA′OO′MM′ et MM′OO′NN′ deux angles respectivement égaux à deux angles donnés $\alpha + \alpha'\sqrt{-1}$ et $\beta + \beta'\sqrt{-1}$.

Du point NN′, menons la perpendiculaire NN′HH′ au rayon OO′MM′, HH′ étant le pied de cette perpendiculaire,

$$OO'HH' = \cos(\beta + \beta'\sqrt{-1}) \quad \text{et} \quad HH'NN' = \sin(\beta + \beta'\sqrt{-1}).$$

La projection du segment OO′HH′ de la semi-droite OO′MM′ sur la semi-droite OO′AA′ est égale à

$$\cos(\alpha + \alpha'\sqrt{-1})\cos(\beta + \beta'\sqrt{-1}),$$

et la projection sur le même axe du segment HH′NN′, compté sur une

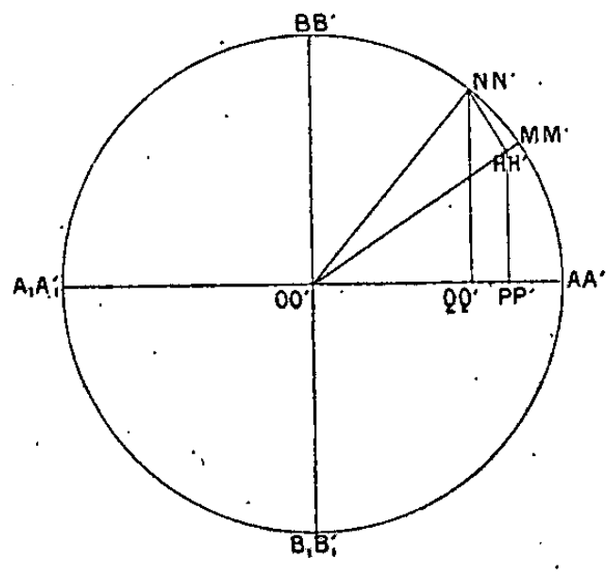


Fig. 4.

semi-droite qui fait avec l'axe l'angle $\alpha + \alpha'\sqrt{-1} + \frac{\pi}{2}$, est égale à

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha + \alpha'\sqrt{-1}\right)\sin(\beta + \beta'\sqrt{-1}),$$

ou

$$-\sin(\alpha + \alpha'\sqrt{-1})\sin(\beta + \beta'\sqrt{-1}).$$

La projection sur le même axe OO′AA′ du rayon OO′NN′, qui est $\cos(\alpha + \alpha'\sqrt{-1} + \beta + \beta'\sqrt{-1})$, est égale à la somme des projections de ses composantes OO′HH′ et HH′NN′. On a donc la relation

$$(1)\quad \cos(\alpha + \alpha'\sqrt{-1} + \beta + \beta'\sqrt{-1}) = \cos(\alpha + \alpha'\sqrt{-1})\cos(\beta + \beta'\sqrt{-1}) - \sin(\alpha + \alpha'\sqrt{-1})\sin(\beta + \beta'\sqrt{-1}).$$

Projetons maintenant les composantes OO′HH′ et HH′NN′ de OO′NN′ sur la semi-droite OO′BB′ positivement perpendiculaire à la semi-droite OO′AA′.

Les projections des composantes OO′HH′, HH′NN′ sont égales à

$$\sin(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\cos(\beta+\beta'\sqrt{-1}),\ \cos(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\sin(\beta+\beta'\sqrt{-1}),$$

et la projection de la résultante OO′NN′ est $\sin(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}+\beta+\beta'\sqrt{-1})$. ce qui nous donne la relation

$$(2)\quad \sin(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}+\beta+\beta'\sqrt{-1}) = \sin(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\cos(\beta+\beta'\sqrt{-1}) + \cos(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\sin(\beta+\beta'\sqrt{-1}).$$

Des relations (1) et (2) on déduit immédiatement la relation

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l} \operatorname{tg}(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}+\beta+\beta'\sqrt{-1}) \\ = \dfrac{\operatorname{tg}(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})+\operatorname{tg}(\beta+\beta'\sqrt{-1})}{1-\operatorname{tg}(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\operatorname{tg}(\beta+\beta'\sqrt{-1})}. \end{array}\right.$$

Telles sont les formules fondamentales de la trigonométrie générale.

VALEURS DES LIGNES TRIGONOMÉTRIQUES.

183. — Les droites isotropes positive et négative issues du point MM′, rencontrent le rayon origine OO′AA′ en deux points dont les distances au centre OO′, comptées sur la semi-droite OO′AA′ sont respectivement égales à

$$OO'MM'\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}} \text{ et } OO'MM'\varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}} \text{ ou } \varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}} \text{ et } \varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}$$

en vertu du théorème fondamental.

La projection du rayon OO′MM′ sur l'axe OO′AA′ est égale à $\cos(a+\alpha'\sqrt{-1})$ et à la moitié de la somme des segments de grandeur $\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}$ et $\varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}$ (n° 71), ce qui nous donne la relation

$$\cos(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}) = \frac{\varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}+\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}}{2}.$$

De cette relation on déduit immédiatement les suivantes :

$$\sin(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}) = \cos\left(\frac{\pi}{2}-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}\right) = \frac{\varepsilon^{\frac{\pi}{2}-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}+\varepsilon^{-\frac{\pi}{2}+\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}}{2}$$

ou $$\sin\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right)=\frac{\sqrt{-1}\left(\varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}-\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}\right)}{2},$$

et $$\operatorname{tg}\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right)=\frac{\sqrt{-1}\left(\varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}-\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}\right)}{\varepsilon^{-\alpha-\alpha'\sqrt{-1}}+\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}}.$$

184. — Des relations précédentes on déduit la suivante :

$$\cos\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right)+\sqrt{-1}\sin\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right)=\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}.$$

Nous avons défini ε^{α} et $\varepsilon^{\alpha\sqrt{-1}}$ par les égalités

$$\varepsilon^{\alpha}=\cos\alpha+\sqrt{-1}\sin\alpha,\qquad \varepsilon^{\alpha\sqrt{-1}}=e^{-\alpha},$$

en désignant par e la base des logarithmes népériens.

Ensuite nous avons appelé puissance $m+n\sqrt{-1}$ du nombre $\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}$ le nombre $\varepsilon^{(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})(m+n\sqrt{-1})}$.

Dans l'égalité démontrée $\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}=\cos\left(\alpha+\alpha'.\sqrt{-1}\right)+\sqrt{-1}\sin\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right)$ remplaçons $\varepsilon^{\alpha+\alpha'\sqrt{-1}}$ par sa valeur égale $\left(\varepsilon^{-\sqrt{-1}}\right)^{(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\sqrt{-1}}$ il vient

$$e^{(\alpha+\alpha'\sqrt{-1})\sqrt{-1}}=\cos\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right)+\sqrt{-1}\sin\left(\alpha+\alpha'\sqrt{-1}\right).$$

185. — On remarquera qu'en partant de nos définitions nous avons pu démontrer la généralisation de la formule d'Euler, et par suite l'*identité de la trigonométrie générale de l'analyse avec celle de la géométrie générale*, sans avoir recours à la considération des séries imaginaires.

Au n° 126 nous avons donné la définition de l'élévation d'un nombre à une puissance imaginaire dans le double but de donner un sens très précis à cette opération et d'expliquer tous les résultats d'apparence paradoxale qui se présentent dans le calcul des exponentielles et des logarithmes, notamment la *réalité de toutes les valeurs en nombre infini de* $\left(\sqrt{-1}\right)^{\sqrt{-1}}$.

Pour mettre notre définition à l'abri de toute critique, nous ferons observer que nous admettons le postulatum suivant :

Deux nombres identiques élevés à des puissances égales, même non identiques, donnent deux nombres identiques.

FONCTIONS HYPERBOLIQUES.

186. — En trigonométrie générale, il existe deux cas particuliers remarquables, qui se présentent quand l'angle est réel et quand il est simplement imaginaire.

Les lignes trigonométriques des angles réels sont évidemment celles de la trigonométrie ordinaire.

Nous allons faire voir que les valeurs des lignes trigonométriques des angles simplement imaginaires sont égales aux lignes correspondantes de la trigonométrie hyperbolique, abstraction faite du facteur $\sqrt{-1}$.

187. — Considérons une semi-droite imaginaire non isotrope représentée par sa directrice OA et sa complémentaire OP.

Cette semi-droite imaginaire fait avec la semi-droite réelle, dont la directrice est OA, un angle simplement imaginaire $\theta\sqrt{-1}$.

Sur la semi-droite, directrice commune, prenons une longueur $OA = 1$.

Construisons l'hyperbole équilatère dont O est le centre et A l'un des sommets.

La complémentaire de la semi-droite imaginaire rencontrera en un point réel P la branche de l'hyperbole équilatère qui passe par A.

Soit H le pied de la perpendiculaire abaissée de P sur OA.

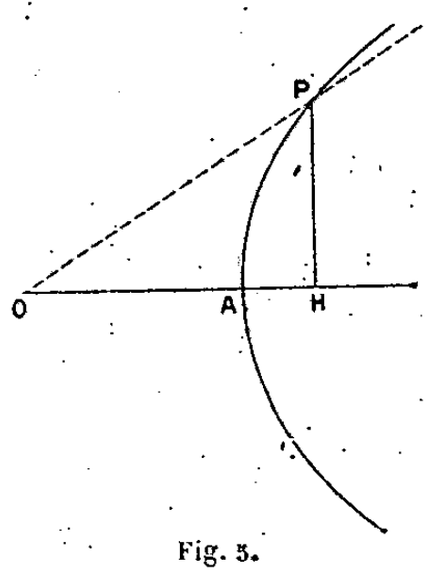


Fig. 5.

H et P peuvent être considérés comme les composantes origine et terme d'un point HP de géométrie générale. Ce point HP est situé sur la semi-droite positivement perpendiculaire à la semi-droite OOAA et le segment HHHP est égal à $HP\sqrt{-1}$.

Dans le triangle rectangle OOHHHP de géométrie générale, on a :

$$\overline{OOHP}^2 = \overline{OOHH}^2 + \overline{HHHP}^2 = OH^2 - HP^2 = OA^2 = 1.$$

D'où l'on conclut que le point HP appartient à la circonférence réelle de centre OO et de rayon égal à l'unité, et que les segments OOHH et HHHP sont le cosinus et le sinus de l'angle $\theta\sqrt{-1}$. Par conséquent,

$$\sin(\theta\sqrt{-1}) = HP\sqrt{-1}, \qquad \cos(\theta\sqrt{-1}) = OH.$$

Nous avons démontré au n° 61 que le double de la surface du secteur hyperbolique AOP est égale à θ. Par définition HP et OH sont le sinus et cosinus hyperboliques de l'angle θ.

$$\sinh\theta = HP, \qquad \cosh\theta = OH.$$

On a donc les relations

$$\sin(\theta\sqrt{-1}) = \sqrt{-1}\sinh\theta, \quad \cos(\theta\sqrt{-1}) = \cosh\theta, \quad \operatorname{tg}(\theta\sqrt{-1}) = \sqrt{-1}\operatorname{tgh}\theta.$$

188. — Les formules fondamentales de la trigonométrie générale don-

nent, comme cas particulier, celles de la trigonométrie hyperbolique. Ainsi :

$$\cosh^2 0 - \sinh^2 0 = 1,$$

$$\cosh(0 + 0') = \cosh 0 . \cosh 0' + \sinh 0 . \sinh 0',$$

$$\sinh(0 + 0') = \sinh 0 . \cosh 0' + \cosh 0 . \sinh 0',$$

$$\operatorname{tgh}(0 + 0') = \frac{\operatorname{tgh} 0 + \operatorname{tgh} 0'}{1 + \operatorname{tgh} 0 . \operatorname{tgh} 0'}.$$

189. — Désignons par ω l'angle AOP, que nous appellerons *amplitude circulaire* de l'angle hyperbolique 0.

Le rapport segmentaire de l'angle $0\sqrt{-1}$ est égal à la caractéristique K de la droite imaginaire qui a pour directrice et complémentaire les semi-droites OA et OP. Par conséquent (n° 32),

$$\varepsilon^{2\theta\sqrt{-1}} = K^2 = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \omega\right)$$

d'où :

$$e^{2\theta} = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \omega\right).$$

En trigonométrie hyperbolique on démontre l'égalité

$$e^{\theta} = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\lambda}{2}\right),$$

dans laquelle λ désigne l'amplitude hyperbolique.

On a donc la relation suivante entre les deux amplitudes :

L'amplitude hyperbolique d'un angle est égale au double de l'amplitude circulaire de l'angle moitié.

C'est le théorème de Laisant.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE GÉNÉRALE.

190. — Problème. — *Trouver le lieu géométrique des points d'où l'on voit un segment de droite* AA'BB' *sous un angle égal à un angle donné* $\alpha + \beta\sqrt{-1}$, *ou qui en diffère de* π.

Supposons que la droite AA'BB' n'est pas isotrope.

Prenons pour axe des x la droite AA'BB' et pour axe des y la perpendiculaire élevée sur le milieu de AA'BB'.

Soient $a + b\sqrt{-1}$ et $-a - b\sqrt{-1}$ les distances de l'origine aux points AA' et BB' de l'axe des x.

Si l'on désigne par x et y les coordonnées d'un point quelconque du

lieu, les droites isotropes positive et négative, issues de ce point, couperont l'axe des x aux points $x + y\sqrt{-1}$ et $x - y\sqrt{-1}$, et en vertu du théorème donné au n° 172 l'équation du lieu sera

$$\varepsilon^{2(\alpha+\beta\sqrt{-1})} = \frac{-a - b\sqrt{-1} + x + y\sqrt{-1}}{-a - b\sqrt{-1} + x + y\sqrt{-1}} : \frac{a + b\sqrt{-1} + x + y\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1} + x - y\sqrt{-1}}.$$

C'est une circonférence dont le centre est fixé sur l'axe des y.

Dans le cas particulier où le segment appartient à une droite isotrope, prenons pour origine des coordonnées rectangulaires l'une des extrémités du segment ; les valeurs de l'abscisse et de l'ordonnée de l'autre extrémité seront $a + b\sqrt{-1}$ et $a\sqrt{-1} - b$, ou $-a\sqrt{-1} + b$.

Les carrés des distances d'un point quelconque du plan aux extrémités du segment seront

$$(x - a - b\sqrt{-1})^2 + (y - a\sqrt{-1} + b)^2 \quad \text{et} \quad x^2 + y^2,$$

et en vertu de notre théorème fondamental, nous aurons pour l'équation du lieu

$$\varepsilon^{2(\alpha+\beta\sqrt{-1})} = \frac{(x - a - b\sqrt{-1}^2 + (y - a\sqrt{-1} + b)^2}{x^2 + y^2}.$$

C'est une circonférence de rayon nul.

191. — En géométrie analytique générale, l'équation du lieu est de la forme

$$\varepsilon^{2(\alpha+\beta\sqrt{-1})} = f(x,y).$$

De l'égalité

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta\sqrt{-1}) = \frac{\sqrt{-1}\left(1 - \varepsilon^{2(\alpha+\beta\sqrt{-1})}\right)}{1 + \varepsilon^{2(\alpha+\beta\sqrt{-1})}}.$$

on déduit la suivante

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta\sqrt{-1}) = \frac{\sqrt{-1}(1 - f(x,y))}{1 + f(x,y)}.$$

On obtient directement cette équation par la méthode suivie en géométrie analytique ordinaire. Quand les données du problème sont réelles, $\sqrt{-1}$ disparaît dans cette équation.

De cette dernière équation

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta\sqrt{-1}) = \varphi(x,y)$$

on déduit inversement

$$\varepsilon^{(\alpha+\beta\sqrt{-1})} = \frac{\sqrt{-1}\,\varphi(x,y) + 1}{-\sqrt{-1}\,\varphi(x,y) + 1}.$$

M. Émile LEMOINE

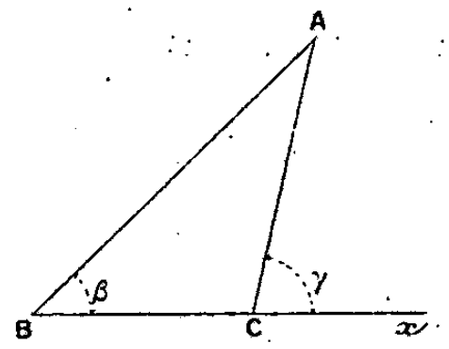
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

SUR LES TRANSFORMATIONS SYSTÉMATIQUES DES FORMULES RELATIVES AU TRIANGLE — TRANSFORMATION CONTINUE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Au Congrès de Limoges, l'année dernière, nous avons donné un grand nombre de formules relatives au triangle dont beaucoup étaient nouvelles, et nous avons cherché à montrer l'avantage de leur emploi dans la géométrie du triangle; parmi ces formules plusieurs avaient entre elles de grandes analogies et je m'étais demandé s'il n'existait pas une loi au moyen de laquelle, étant donnée une formule, on pût déduire ses analogues.

J'avais trouvé la loi cherchée; mais ma démonstration, invoquant le principe de *Carnot* dans la déformation du triangle, laissait quelque indécision, à des multiples de π près, dans la valeur des angles après le passage à l'infini du point de concours des droites qui les formaient, et je cherchais autre chose, lorsque *M. Laisant*, à qui j'avais parlé de mes recherches, me donna la solution suivante, très simple et très rigoureuse :



Un triangle ABC *(fig. 1)* est déterminé par un côté $BC = a$, la direction BC étant la direction choisie comme positive, et par les angles β et γ que forme la direction BC avec les directions BA et CA.

Si l'on appelle A, B, C les angles du triangle avec leur signification ordinaire, b et c les côtés, les éléments sont déterminés par les relations

$$A = \gamma - \beta \quad (1) \qquad B = \beta \quad (2) \qquad C = \pi - \gamma \quad (3)$$

$$b = \frac{a \sin \beta}{\sin (\gamma - \beta)} \quad (4) \qquad c = \frac{a \sin \gamma}{\sin (\gamma - \beta)} \quad (5)$$

Les autres éléments du triangle s'expriment au moyen de ceux-ci ; donc toute relation exprimant une propriété générale telle que : $f(a, b, c,$

A, B, C) = 0 devient, en y remplaçant b, c, A, B, C par leurs valeurs, l'identité : $\varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0$.

Cette identité est vraie pour toutes les valeurs de α, β, γ; remplaçons-y, sans changer α, β par $\pi - \beta$, γ par $\pi - \gamma$, alors, en vertu des formules (1), (2), (3), (4), (5), on aura :

$$A_1 = \pi - \gamma - \pi + \beta = \beta - \gamma = -A,$$

$$B_1 = \pi - \beta = \pi - B;$$

$$C_1 = \pi - \pi + \gamma = \gamma = \pi - C.$$

$$b_1 = \frac{a \sin(\pi - \beta)}{\sin(\beta - \gamma)} = \frac{a \sin \beta}{\sin(\beta - \gamma)} = -b,$$

$$c_1 = \frac{a \sin(\pi - \gamma)}{\sin(\beta - \gamma)} = \frac{a \sin \gamma}{\sin(\beta - \gamma)} = -c,$$

par conséquent, l'identité

$$\varphi(a, \pi - \beta, \pi - \gamma) = 0 \text{ ou } \varphi(\alpha, \beta_1, \gamma_1) = 0$$

qui correspond à : $f(a, b_1, c_1, A_1, B_1, C_1) = 0$
nous donnera :

$$f(a, -b, -c, -A, \pi - B, \pi - c) = 0$$

Donc, dans une formule quelconque relative au triangle et qui contient les éléments a, b, c, A, B, C, on peut remplacer ces quantités respectivement par a, $-b$, $-c$, $-A$, $\pi - B$, $\pi - c$, et la nouvelle formule est exacte.

Si dans la formule donnée entrent de nouveaux éléments comme R, r, r_a, r_b, r_c, S, etc., il faut évidemment leur faire subir la transformation résultant des précédentes : p, $(p - a)$, $(p - b)$, $(p - c)$ deviennent $-(p - a)$, $-p$, $(p - c)$, $(p - b)$; S qui est $\frac{1}{2} ab \sin C$ devient $-S$, R devient $-R$, etc.

Voici, du reste, un tableau de ces transformations pour les principaux éléments du triangle, tableau commode pour l'application.

Nous appellerons h_a, h_b, h_c, les trois hauteurs;
l_a, l_b, l_c, les trois bissectrices;
l'_a, l'_b, l'_c, les trois bissectrices extérieures;
δ, δ_a, δ_b, δ_c les quantités $4R + r$, $4R - r_a$, $4R - r_b$, $4R - r_c$,
ω l'angle de *Brocard*.

a	peut se changer en	a
b	»	$-b$
c	»	$-c$
A	»	$-$ A
B	»	$\pi -$ B
C	»	$\pi -$ C
p	»	$-(p-a)$
$(p-a)$	»	$-p$
$(p-b)$	»	$(p-c)$
$(p-c)$	»	$(p-b)$
S	»	$-$S
R	»	$-$R
r	»	r_a
r_a	»	r
r_b	»	$-r_c$
r_c	»	$-r_b$
sin A	»	$-$ sin A
sin B	»	sin B
sin C	»	sin C
cos A	»	cos A
cos B	»	$-$ cos B
cos C	»	$-$ cos C
$\sin\frac{A}{2}$	»	$-\sin\frac{A}{2}$
$\sin\frac{B}{2}$	»	$\cos\frac{B}{2}$
$\sin\frac{C}{2}$	peut se changer en	$\cos\frac{C}{2}$
$\cos\frac{A}{2}$	»	$\cos\frac{A}{2}$
$\cos\frac{B}{2}$	»	$\sin\frac{B}{2}$
$\cos\frac{C}{2}$	»	$\sin\frac{C}{2}$
h_a	»	$-h_a$
h_b	»	$-h_b$
h_c	»	$-h_c$
l_a	»	$-l_a$
l'_a	»	$-l'_a$
l_b	»	$-l'_b$
l'_b	»	$-l_b$
l_c	»	$-l'_c$
l'_c	»	$-l_c$
δ	»	$-\delta_a$
δ_a	»	$-\delta$
δ_b	»	$-\delta_c$
δ_c	»	$-\delta_b$
ω	»	$-\omega$
etc., etc.		

Cette transformation ne donne pas toujours lieu à une nouvelle formule; ainsi, en l'appliquant à l'égalité

$$a = b\cos C + c\cos B$$

on obtient :

$$a = -b\cos(\pi - c) - c\cos(\pi - B);$$

et la formule est reproduite. Mais, le plus souvent, la transformation donne de nouvelles formules, ainsi :

$$a(p-a) + b(p-b) + c(p-c) = 2r\delta$$

donne :

$$ap + b(p-c) + c(p-b) = 2r_a\delta_a$$

$$a(p-a) = r(\delta - r_a) \quad \text{donne :} \quad ap = r_a(\delta_a + r)$$

$$r_a\cos A + r_b\cos B + r_c\cos C = \frac{p^2 - R\delta}{R}$$

donne : $$r\cos A + r_c\cos B + r_b\cos C = \frac{R\delta_a - (p-a)^2}{R}$$

etc., etc.

Nous ne multiplierons pas ici ces exemples, d'abord parce que beaucoup des formules que nous écririons seraient parmi celles que nous avons données l'an dernier au Congrès de Limoges avant d'être en possession de la théorie de cette transformation, ensuite parce que nous avons envoyé environ cent cinquante de ces formules au journal *Mathesis*, où elles paraîtront sous peu.

Nous appellerons cette transformation la *transformation continue en A;* il y aura aussi évidemment la transformation continue en B, où a, b, c, A, B, C, etc., se changent en $-a$, b, $-c$, $\pi - A$, $-B$, $-\pi - C$, etc., et la transformation continue en C, etc.

Utilité de la transformation continue. — 1° Elle permet, une formule étant établie, d'en déduire le plus souvent une ou plusieurs autres.

2° Un théorème en donne souvent aussi, par conséquent, un ou plusieurs autres ; les calculs ou les raisonnements, pour démontrer directement les nouveaux théorèmes, peuvent être calqués sur ceux qui ont permis d'établir le théorème d'où l'on part, en y faisant seulement les modifications qui sont les conséquences de la transformation.

En voici quelques exemples :

Supposons que les coordonnées normales absolues d'un point M trouvées par un certain calcul ou par un certain raisonnement (ce qui revient au même) soient x, y, z; faisons la transformation continue en A; appelons x', y', z' ce que deviennent les quantités x, y, z par la transformation continue en A, *ce qui ne veut pas dire que* x', y', z' *sont les coordonnées absolues d'un point*, il faut bien le remarquer.

Comme on a la formule

$$ax + by + cz = 2S,$$

on aura, par transformation continue en A de cette formule,

$$ax' - by' - cz' = -2S,$$

ce qui montre que $-x'$, y', z' sont les coordonnées d'un point M'. Ce point est le transformé en A de M.

Il suit de là que si $F(x, y, z, K, H\ldots) = 0$ est une quelconque des équations du calcul qui a amené à la détermination de M, l'équation correspondante qui amènerait à la détermination de M' est :

$$f(-x, y, z, K_1, H_1\ldots) = 0$$

en appelant K_1, $H_1\ldots$ le résultat de la transformation continue en A opérée sur K, H..., etc.

EXEMPLE I. — *Le lieu des points tels que la somme des perpendiculaires abaissées sur les côtés* CA *et* CB *d'un triangle* ABC, *soit* a + b, *est évidemment la droite donnée par l'équation :*

$$2Sx + 2Sy = (a + b)(ax + by + cz).$$

Faisant la transformation continue en A de cette propriété, on aura :

Le lieu des points tels que la différence des perpendiculaires abaissées sur CA *et sur* CB, *soit* a — b *est représenté par l'équation :*

$$2Sy - 2Sx = (a - b)(ax + by + cz).$$

EXEMPLE II. — L'hyperbole H_a qui a pour foyers B et C et passe en A a pour équation (*A. F.*, Congrès de Limoges, 1890, p. 136) :

$$(p - b)(p - c)(b^2y^2 + c^2z^2) - bcyz[(p - a)^2 + (p - b)^2] + abc(c - b)x(z - y) = 0.$$

Si l'on fait la transformation continue en A, le résultat trouvé reproduit H_a, et cela doit être puisque la différence des rayons vecteurs de H_a étant $b - c$ ou $c - b$ devient par cette transformation $c - b$ ou $b - c$ et qu'on a ainsi la même hyperbole.

Si l'on fait la transformation continue en B, c'est-à-dire celle où

$$a, b, c, p, (p - a), p - b), (p - c), x, y, z, \text{ etc.},$$

deviennent :

$$-a, b, -c, -(p - b), (p - c), -p, (p - a), x, -y, z, \text{ etc.}$$

on trouve :

$$p(p - a)(b^2y^2 + c^2z^2) + bcyz[p^2 + (p - a)^2] + abc(c + b)x(z + y) = 0$$

qui représente l'ellipse E_a de foyers B et C et passant en A.

La différence des rayons vecteurs $c - b$ est devenue la somme $c + b$.

En somme, pour faire la transformation continue en A dans une équation en coordonnées normales, il suffit de faire la transformation des coefficients et en outre de changer x en $-x$. On verrait de même que, pour faire la transformation continue en A dans une équation en coordonnées barycentriques, il suffit de faire la transformation sur les coefficients ; que dans une équation cartésienne (CB axe des x, CA axe des y), il faut transformer les coefficients et changer y en $-y$, etc., etc.

Cette transformation est fort utile dans un grand nombre de questions, ainsi nous en avons fait un fréquent usage dans le travail que nous au-

rons l'honneur de vous présenter tout à l'heure « sur divers résultats concernant la géométrie du triangle ».

Par exemple : nous y avons établi que les points

$$G : \frac{1}{a}, \frac{1}{b}, \frac{1}{c}; \quad I : p-a, p-b, p-c; \quad J : \frac{1}{p-a}, \frac{1}{p-b}, \frac{1}{p-c}$$

étaient en ligne droite et qu'on avait en grandeur et en signe :

$$\frac{JG}{\delta} = \frac{JI}{6R} = \frac{GI}{2R - r}$$

par transformation continue en A.

G ne change pas ; I devient I_a : p, $p-c$, $p-b$; J devient J_a : $\frac{1}{p}, \frac{1}{p-c}, \frac{1}{p-b}$.

et l'on a :
$$\frac{J_aG}{\delta_a} = \frac{J_aI_a}{6R} = \frac{GI_a}{2R+r_a}.$$

Nous y avons établi que si H est l'orthocentre et λ le point de *Gergonne* du cercle inscrit, on a :

$$H\lambda^2 = 4R^2 - \frac{8p^2R}{\delta^2}(2R - r).$$

Par transformation continue en A, H reste l'orthocentre, λ devient λ_a point de *Gergonne* du cercle ex-inscrit o_a, et l'on a :

$$\overline{H\lambda_a^2} = 4R^2 - \frac{8(p-a)^2R}{\delta_a^2}(2R + r).$$

On sait que : surface $oOH = \frac{(b-c)(c-a)(a-b)}{8r}$, on en déduit immédiatement que surface o_a OH $= \frac{(b-c)(c+a)(b+a)}{8r_a}$, etc., etc.

D'après ce que nous venons d'exposer, il nous semble utile, une question quelconque étant traitée à propos du triangle, de voir ce que cette question devient par transformation continue.

Nous nous sommes aperçu, il y a quelque temps, que le principe de la transformation continue en A était implicitement contenu dans un travail de notre regretté ami *E. Lucas;* mais l'article, très remarquable, (voir *N. C. M.*, 1876, p. 384, et 1877, p. 1 : *Sur l'emploi, dans la géométrie, d'un nouveau principe des signes)* n'a pas attiré suffisamment l'attention des géomètres, parce qu'il était un peu abstrait; qu'il y était question de

prendre pour angles d'un triangle les suppléments de ceux qui sont généralement adoptés ; de considérer chaque triangle comme formé de quatre triangles distincts : un triangle fermé et trois ouverts, et enfin parce que les considérations aussi générales sur les signes sont presque toujours un peu difficiles à suivre même pour des géomètres aussi habiles que *Lucas*, qui, par divers travaux, a élucidé des questions délicates sur ces sujets (signes en général dans les directions du plan et de l'espace, etc.). La question est certainement délicate, dis-je, car dans le cas qui nous occupe, la transformation qui résulterait des définitions de *Lucas* reviendrait à changer, dans une formule du triangle, A, B, C en A, $B-\pi$, $C-\pi$; or, si cette transformation ne montre pas son inexactitude au premier abord, parce qu'elle donne des résultats exacts dans beaucoup de formules, il est facile de voir, en l'appliquant à des cas particuliers, qu'elle n'est pas permise, il suffira d'en citer un exemple que m'a indiqué *M. Poulain*.

Dans un triangle, on a :

$$\sum \sin A = 4 \cos\frac{A}{2}\cos\frac{B}{2}\cos\frac{C}{2} \quad \text{et} \quad \sum \cos A = 4 \sin\frac{A}{2}\sin\frac{B}{2}\sin\frac{C}{2} + 1.$$

Si l'on y remplace A, B, C respectivement par A, $\pi - B$, $\pi - C$, on a un résultat inexact.

L'importance du travail de *Lucas* n'a certainement pas échappé à *M. Neuberg*, car, sans entrer dans le fond de la question, ce géomètre s'en est occupé (*Mathesis*, 1883, p. 167), à propos de formules exprimant la surface d'un triangle et énoncées par *M. Main*, et a précisé davantage.

Par cette transformation, l'orthocentre, le point de *Lemoine*, le barycentre, le centre du cercle circonscrit, les points de *Brocard*, etc., ne changent pas ; le centre du cercle inscrit et ce cercle deviennent, par transformation continue en A, en B, en C, les centres des cercles ex-inscrits et ces cercles eux-mêmes, et l'on peut voir que la plupart de celles des propriétés du triangle qui ne sont pas uniques dans leur genre mais vont par groupe de quatre peuvent se dériver de l'une d'elles par transformation continue.

Ainsi, la distance des centres du cercle inscrit et du cercle circonscrit étant donnée par la formule $d^2 = R(R - 2r)$, celle du centre du cercle ex-inscrit o_a et du cercle circonscrit sera donnée par $d_a^2 = R(R + 2r_a)$.

Le cercle inscrit étant tangent au cercle des neuf points, les cercles ex-inscrits le seront aussi, etc.; etc.

Nous avons cru devoir nous étendre au sujet de cette transformation à cause de son importance et de sa fécondité ; mais la question est beaucoup plus générale et la remarque suivante nous donnera une démonstration immédiate de la légitimité de cette transformation et nous fournira

le moyen de former à volonté, en nombre illimité, de nouvelles transformations.

Toute relation $f = 0$ entre les éléments d'un triangle revient à une identité entre les lignes trigonométriques des trois angles A, B, C de ce triangle (angles dont la somme est égale à π), car tous ces éléments peuvent s'exprimer en fonction de ces trois angles et d'un élément linéaire qui disparaît en vertu de l'homogénéité.

Soit $$F(A, B, C) = 0$$ cette identité.

Elle aura lieu évidemment, quels que soient les angles A, B, C, pourvu que $A + B + C = \pi$.

Je peux donc remplacer les angles A, B, C dans cette identité par des angles A′, B′, C′, pourvu que $A' + B' + C' = \pi$.

Si je prends pour A′, B′, C′ des fonctions de A, B, C, cette identité prendra une autre *forme* où entreront les angles A, B, C et cette autre forme pourra correspondre à l'expression d'une autre propriété des éléments du triangle ; au lieu de procéder ainsi, je peux évidemment considérer les éléments du triangle qui entrent dans $f = 0$ et faire dans chacun d'eux la substitution de A′ à A, de B′ à B, de C′ à C.

C'est ainsi que nous allons procéder pour légitimer la transformation continue.

En effet, l'on a : $$\underline{-A} \underline{+\pi - B} \underline{+\pi - C} = \pi$$

donc, je puis poser :
$$A' = -A,$$
$$B' = \pi - B,$$
$$C' = \pi - C.$$

Examinons comment se transforment alors les éléments du triangle en supposant que $BC = a$ soit l'élément linéaire fixe choisi.

On a : $$b = \frac{a \sin B}{\sin A} \qquad c = \frac{a \sin C}{\sin A}$$

En faisant dans les seconds membres la transformation A′, B′, C′, on voit qu'ils changent de signe ; donc :

$$b \text{ devient } -b, \quad c \text{ devient } -c.$$

On a : $R = \frac{1}{2} \frac{a}{\sin A}$ le second membre change de signe, donc R devient $-R$; $S = \frac{1}{2} bc \sin A$, donc S devient $-S$.

$a+b+c$	devient	$a-b-c$	donc	p	devient	$-(p-a)$
$b+c-a$	»	$-b-c-a$	»	$(p-a)$	»	$-p$
$c+a-b$	»	$-b+a+b$	«	$(p-b)$	»	$(p-c)$
$a+b-c$	»	$a-b+c$	»	$(p-c)$	»	$(p-b)$

etc., etc.

Nous allons terminer en donnant quelques autres exemples de transformation. On peut évidemment les varier à l'infini, au point de dire qu'il est toujours possible, par une certaine transformation de A, B, C en A′, B′, C′, de transformer une relation quelconque entre les éléments du triangle en une autre relation donnée quelconque entre les éléments de ce même triangle.

Si l'on prend pour A′, B′, C′ : $A-\pi$, $B+\pi$; C; $a, b, c, R, S, p, (p-a)$, $(p-b)$, $(p-c)$, r, r_a, r_b, r_c, etc., peuvent être changés, dans toute formule, respectivement en :

$$a,\ b,\ -c,\ -R,\ S,\ (p-c),\ -(p-b),\ -(p-a),\ p,\ r_c,\ -r_b,\ -r_a,\ r,\ \text{etc.}$$

Si l'on prend pour A′, B′, C′ : $A,\ B+\frac{\pi}{2},\ C-\frac{\pi}{2}$,

$a, b, c, R, S, p, p-a, p-b, p-c$, etc. peuvent être changés respectivement en :

$$a,\ b\cot g B,\ -c\cot g C,\ R,\ -\frac{1}{2}ab\cot g B\cos C,\ R(\sin A+\cos B-\cos C),$$

$$R(\cos B-\cos C-\sin A),\ R(\sin A-\cos C-\cos B),\ R(\sin A+\cos B+\cos C),$$

$$\frac{2S\cos B\cos C}{c\sin B(\sin A+\cos B-\cos C)},\ \text{etc.}$$

Si l'on prend pour A′, B′, C′ : $\pi+A,\ -\frac{\pi}{2}+B,\ -\frac{\pi}{2}+C$, a, b, c, R, S, $p, p-a, p-b, p-c, r, r_a, r_b, r_c\ldots$ se changent en :

$$a,\ 2R\cos B,\ 2R\cos C,\ -R,\ -aR\cos B\cos C,\ \frac{a+r+r_a}{2},\ \frac{-a+r+r_a}{2},$$

$$\frac{a+r_b-r_c}{2},\ \frac{a+r_c-r_b}{2},\ -\frac{2aR\cos B\cos C}{a+r+r_a},\ -\frac{2aR\cos B\cos C}{-a+r+r_a},$$

$$-\frac{2aR\cos B\cos C}{a+r_b-r_c},\ -\frac{2aR\cos B\cos C}{a+r_c-r_b}\ldots$$

Transformons, dans ce système, la formule

$$S^2 = r\,r_a\,r_b\,r_c\,;$$

il viendra : $16\,a^2\,R^2\cos^2 B\cos^2 C = [(r_a + r)^2 - a^2][a^2 - (r_b - r_c)^2]$

d'où deux autres formules semblables ; et en désignant par le symbole Π le produit d'expressions symétriques, de même que Σ désigne leur somme, et remarquant que l'on a :

$$\cos A\cos B\cos C = \frac{p^2 - (2R + r)^2}{4R^2}$$

il vient :

$$256\ S^2 = \frac{1}{[p^2 - (2R + r)^2]^4}\,\Pi[(r + r_a)^2 - a^2][a^2 - (r_b - r_c)^2].$$

On peut encore, par exemple, quel que soit k (entier ou non) donner à A′, B′, C′ les valeurs :

$$(2k - 1)\,\pi - A,\ \left(-k + \frac{3}{2}\right)\pi - B,\ \left(-k + \frac{3}{2}\right)\pi - B.$$

prenons $k = 1$ et faisons, pour finir, une transformation dans ce système.

Le tableau des valeurs sera :

A	changé en	$-(\pi + A)$	a	changé en	a
B	»	$\pi + \left(\frac{\pi}{2} - B\right)$	b	»	$-2R\cos B$
C	»	$\pi + \left(\frac{\pi}{2} - C\right)$	c	»	$-2R\cos C$
R	»	R	S	»	$a\,R\cos B\cos C$
p	»	$\frac{a - (r + r_a)}{2}$	r	»	$\frac{2aR\cos B\cos C}{a - (r + r_a)}$
$p - a$	»	$-\frac{a + r + r_a}{2}$	r_a	»	$-\frac{2aR\cos B\cos C}{a + r + r_a}$
$p - b$	»	$\frac{a - r_b + r_c}{2}$	r_b	»	$\frac{2aR\cos B\cos C}{a - r_b + r_c}$
$p - c$	»	$\frac{a - r_c + r_b}{2}$	r_c	»	$\frac{2aR\cos B\cos C}{a - r_c + r_b}$

En transformant alors la formule $ar_a + br_b + cr_c = 2p\,(2R - r)$, on trouve :

$$\cos B\cos C = \frac{[a^2 - (r + r_a)^2][a^2 - (r_b - r_c)^2]}{a^2[(r_b - r_c)^2 - (r + r_a)^2]}.$$

On en déduira, après quelques calculs

$$256\,R^2 = \frac{\Pi\left[(r+r_a)^2 - (r_b - r_c)^2\right]}{\left[p^2 - (2R+r)^2\right]^4}.$$

Il nous paraît évident qu'il n'y a pas à chercher de construction générale qui permette de déduire de M son transformé M_a en A, puisque M_a dépend du mode de liaison qui unit M aux éléments du triangle de référence, mais il y a cependant des théorèmes généraux qui relient une figure à sa transformée continue. Nous allons indiquer ceux qui se sont présentés à nous tout d'abord, mais nous croyons que la question est loin d'être épuisée.

I. La droite de l'infini se transforme en elle-même.

II. Les points circulaires de l'infini se transforment l'un en l'autre.

III. Une courbe de degré n se transforme en une courbe de même degré.

IV. De II et de III on déduit qu'un cercle a pour transformé un cercle.

V. Si n droites sont concourantes en un point V, leurs transformées se coupent en un point V_a transformé de V.

VI. Si n points sont en ligne droite L, leurs transformés sont sur L_a transformée de L.

VII. Si les longueurs de deux droites ou les valeurs de deux angles sont dans un rapport fixe indépendant des éléments du triangle de référence, ce rapport se conservera dans la transformation continue.

Corollaire 1. — Quatre points formant une division harmonique se transforment en quatre points formant une division harmonique.

Corollaire 2. — Une bissectrice d'un angle se transforme en une bissectrice de l'angle transformé.

VIII. L'homographie, l'involution se conservent, ainsi que l'homologie.

IX. Deux droites parallèles se transforment en deux droites parallèles.

X. Deux droites rectangulaires se transforment en deux droites rectangulaires, etc., etc.

Voici une application intéressante de ces remarques :

M. Fuhrmann a publié (voir *Mathesis*, 1890, p. 105 et suivantes) un très important article sur *la Géométrie du triangle*, qui est intitulé : *Sur un nouveau cercle associé à un triangle*, et qui contient un grand nombre de résultats nouveaux. La transformation continue montre immédiatement qu'il y a trois autres cercles associés au triangle qui jouissent de pro-

priétés tout à fait analogues à celles du premier, déduites de ces dernières par transformation continue. On voit qu'il y a entre ces quatre cercles un lien aussi intime que celui qui existe entre les quatre cercles touchant les côtés d'un triangle.

Les propriétés signalées par *Fuhrmann* sont immédiatement comme rendues quatre fois plus nombreuses.

Je ne ferai qu'indiquer ici ces trois nouveaux cercles et dire que, à propos de chacun d'eux, le mémoire de M. *Fuhrmann* pourrait se reproduire en entier.

ν est le point de *Nagel* du cercle inscrit o dont les coordonnées normales sont :

$$\frac{p-a}{a}, \quad \frac{p-b}{b}, \quad \frac{p-c}{c};$$

ν_a est le point de *Nagel* du cercle ex-inscrit o_a dont les coordonnées normales sont :

$$-\frac{p}{a}, \quad \frac{p-c}{b}, \quad \frac{p-b}{c};$$

ν_b, ν_c, etc , H l'orthocentre.

Le cercle de *Fuhrmann* étant le cercle décrit sur Hν comme diamètre, les nouveaux cercles que je signale sont les trois cercles décrits sur Hν_a, Hν_b, Hν_c comme diamètres; on les déduit respectivement du premier par transformation continue en A, en B, en C.

On peut remarquer, en s'occupant de cette question, qu'il y a à diviser les éléments remarquables du triangle en deux catégories :

1° Celle où les éléments se reproduisent par transformation continue, par exemple : le barycentre, le centre du cercle inscrit, l'orthocentre, les points de *Brocard*, le point de *Lemoine*, la droite de *Lemoine*, le cercle de *Brocard*, etc.;

2° Celle où ils donnent d'autres éléments, par exemple : le centre du cercle inscrit, le point de *Nagel*, l'axe antiorthique (droite qui joint les pieds des bissectrices extérieures), le cercle de *Fuhrmann*, etc.

L'équation du cercle de *Fuhrmann* en coordonnées barycentriques est :

$$4\mathrm{R}r \cdot \sum \alpha \cdot \sum \alpha \cos \mathrm{A} - \sum a^2 \beta\gamma = 0,$$

ou : $$2abc \sum \alpha^2 \cos \mathrm{A} - \sum \gamma\beta \left[a^3 + (b-c)^2 (b+c)\right] = 0.$$

Celles du cercle décrit sur Hν_a comme diamètre seront donc :

$$4\mathrm{R}r_a (\alpha+\beta+\gamma)(-\alpha \cos \mathrm{A} + \beta \cos \mathrm{B} + \gamma \cos \mathrm{C}) + \sum a^2 \beta\gamma = 0.$$

Le triangle qui a pour sommets : le point de LEMOINE K, *le point de* GERGONNE λ *du cercle inscrit et le point de* NAGEL ν *du cercle inscrit, a pour surface :* $\frac{(b-c)(a-b)(a-c)}{2\delta}$, *ainsi que celui qui a pour sommets : le centre du cercle inscrit o et les points* λ *et* ν.

On en déduit :

La droite qui joint le point de LEMOINE K *au centre o du cercle inscrit et la droite qui joint le point de* GERGONNE λ *au point de* NAGEL ν *sont parallèles.*

En transformant continuement en A, on peut dire :

Le triangle qui a pour sommets le point de LEMOINE K, *le point de* GERGONNE λ_a *du cercle ex-inscrit* o_a *et le point de* NAGEL ν_a *du même cercle ex-inscrit a pour surface* $\frac{(b-c)(a+b)(a+c)}{2\delta_a}$, *ainsi que le triangle* $o_a\lambda_a\nu_a$, ou :

La droite Ko_a *est parallèle à la droite* $\lambda_a\nu_a$.

Nous bornerons ici les exemples que nous voulons donner ; nous avons obtenu par cette méthode de transformation, des formules qui, sans elle, eussent été difficiles à prévoir et on en aperçoit facilement la fécondité.

M. Émile LEMOINE

Ancien Élève de l'École Polytechnique à Paris.

DIVERS RÉSULTATS CONCERNANT LA GÉOMÉTRIE DU TRIANGLE

— Séance du 19 septembre 1891 —

§ 1. — SUR LES DISTANCES DE DIVERS POINTS REMARQUABLES.

En outre des désignations ordinaires
G, K, H, O, o, o_a, o_b, o_c, S, R, r, r_a, r_b, r_c, δ, δ_a, δ_b, δ_c, m^2, n^4, etc., qui représentent respectivement : le barycentre, le point de *Lemoine*, l'orthocentre, le centre du cercle circonscrit, les centres des quatre cercles tangents aux trois côtés, la surface, le rayon du cercle circonscrit, les rayons des quatre cercles tangents aux trois côtés, les quantités $4R + r$, $4R - r_a$, $4R - r_b$, $4R - r_c$, $a^2 + b^2 + c^2$, $b^2c^2 + c^2a^2 + a^2b^2$, etc., nous appellerons dans tout ce travail :

I (coordonnées normales) le point : $(p-a)$, $(p-b)$, $(p-c)$;

I_a » » p, $(p-c)$, $(p-b)$;

$$\mathrm{J} \quad » \quad » \quad \frac{1}{p-a}, \frac{1}{p-b}, \frac{1}{p-c};$$

$$\mathrm{J}_a \quad » \quad » \quad \frac{1}{p}, \frac{1}{p-c}, \frac{1}{p-b};$$

Z » le milieu de la distance des points de *Brocard* $a(b^2+c^2)$, etc. ; ω et ω' les points :

$$\text{direct : } \frac{b}{c}, \frac{c}{a}, \frac{a}{b}, \quad \text{et rétrograde : } \frac{c}{b}, \frac{a}{c}, \frac{b}{a} \text{ de } \textit{Brocard}.$$

λ le point de *Gergonne* du cercle inscrit : $\dfrac{1}{a(p-a)}, \dfrac{1}{b(p-b)}, \dfrac{1}{c(p-c)}$;

λ_a » » » ex-inscrit o_a : $-\dfrac{1}{ap}, \dfrac{1}{b(p-c)}, \dfrac{1}{c(p-b)}$;

ces notations admises,

on a : $$\overline{\mathrm{JG}}^2 = \frac{1}{9(2\mathrm{R}-r)^2}\left[p^2(2\mathrm{R}-r)(2\mathrm{R}+5r) - r\delta^3\right],$$

$$\overline{\mathrm{J}_a\mathrm{G}}^2 = \frac{1}{9(2\mathrm{R}+r_a)^2}\left[(p-a)^2(2\mathrm{R}+r_a)(2\mathrm{R}-5r_a) + r_a\delta_a^3\right],$$

$$\overline{\mathrm{IJ}}^2 = \frac{4\mathrm{R}^2}{\delta^2(2\mathrm{R}-r)^2}\left[p^2(2\mathrm{R}-r)(2\mathrm{R}+5r) - r\delta^3\right],$$

$$\overline{\mathrm{I}_a\mathrm{J}_a}^2 = \frac{4\mathrm{R}^2}{\delta_a^2(2\mathrm{R}+r_a)^2}\left[(p-a)^2(2\mathrm{R}+r_a)(2\mathrm{R}-5r_a) + r_a\delta_a^3\right],$$

$$\overline{\mathrm{IG}}^2 = \frac{1}{9\delta^2}\left[p^2(2\mathrm{R}-r)(2\mathrm{R}+5r) - r\delta^3\right],$$

$$\overline{\mathrm{I}_a\mathrm{G}}^2 = \frac{1}{9\delta_a^2}\left[(p-a)^2(2\mathrm{R}+r_a)(2\mathrm{R}-5r_a) + r_a\delta_a^3\right].$$

Les points G, I, J sont en ligne droite ainsi que G, I_a, J_a et l'on a :

$$\frac{\mathrm{JG}}{\delta} = \frac{\mathrm{JI}}{6\mathrm{R}} = \frac{\mathrm{GI}}{2\mathrm{R}-r}$$

$$\frac{\mathrm{J}_a\mathrm{G}}{\delta_a} = \frac{\mathrm{J}_a\mathrm{I}_a}{6\mathrm{R}} = \frac{\mathrm{GI}_a}{2\mathrm{R}+r_a}.$$

Le carré du demi petit axe et le carré du demi grand axe de l'ellipse inscrite dans ABC et ayant respectivement pour foyers I et J, sont :

$$\frac{S^2}{\delta(2R - r)}, \qquad \frac{p^2(4R^2 - r^2)(R + r)^2 - rR^2\delta^3}{\delta^2(2R - r)^2}.$$

L'ellipse inscrite à ABC et ayant pour foyers I_a et J_a a pour carré de son demi petit axe : $\frac{S^2}{\delta_a(2R + r_a)}$, et pour carré de son demi grand axe :

$$\frac{(p - a)^2(4R^2 - r_a)(R - r_a)^2 + r_aR^2\delta_a^3}{\delta_a^2(2R + r_a)^2}.$$

J est sur Oo ; J_a sur Oo_a

et l'on a : $$\overline{JO}^2 = R(R - 2r)\left(\frac{2R + r}{2R - r}\right)^2,$$

$$Jo = Oo \cdot \frac{2r}{2R - r},$$

$$\overline{J_aO}^2 = R(R + 2r_a)\left(\frac{2R - r_a}{2R + r_a}\right)^2,$$

$$J_ao_a = Oo_a \cdot \frac{2r_a}{2R + r_a},$$

$$\overline{oI}^2 = \frac{4R}{\delta^2}(p^2R + p^2r - r\delta^2),$$

$$\overline{OI}^2 = \frac{R}{\delta^2}(R\delta^2 + 2p^2r - 4p^2R),$$

$$\overline{oI}^2 + \overline{OI}^2 = \frac{4R}{\delta^2}(R - r)(\delta^2 - 3p^2),$$

$$\overline{o_aI}_a^2 = \frac{4R}{\delta_a^2}[(p - a)^2R - (p - a)^2r_a + r_a\delta_a^2],$$

$$\overline{OI}_a^2 = \frac{R}{\delta_a^2}[R\delta_a^2 - 2(p - a)^2r_a + 4(p - a)^2R],$$

$$\overline{o_aI}_a^2 + \overline{OI}_a^2 = \frac{4R}{\delta_a^2}(R + r_a)(\delta_a^2 - 3(p - a)^2).$$

Les trois droites AI_a, BI_b, CI_c se coupent en J et les trois droites AJ_a, BJ_b, CJ_c se coupent en I.

$$\overline{OG}^2 = R^2 - \frac{2}{9}(p^2 - r\delta),$$

$$\overline{oG}^2 = \frac{1}{9}(p^2 + 5r^2 - 16Rr),$$

$$\overline{o_aG}^2 = \frac{1}{9}\left[(p-a)^2 + 5r_a^2 + 16Rr_a\right],$$

$$\overline{OH}^2 = 9R^2 - 2(p^2 - r\delta),$$

$$\overline{oH}^2 = (2R + r)^2 + 2r^2 - p^2,$$

$$\overline{o_aH}^2 = (2R - r_a)^2 + 2r_a^2 - (p-a)^2.$$

$$\overline{\omega o}^2 = 2Rr\left[\frac{a^3c + b^3a + c^3b}{(p^2 - r\delta)^2 + 4S^2} - 1\right],$$

$$\overline{\omega' o}^2 = 2Rr\left[\frac{a^3b + b^3c + c^3a}{(p^2 - r\delta)^2 + 4S^2} - 1\right],$$

$$\overline{\omega o_a}^2 = 2Rr_a\left[\frac{a^3c + b^3a - c^3b}{\left[(p-a)^2 + r_a\delta_a\right]^2 + 4S^2} + 1\right],$$

$$\overline{\omega' o_a}^2 = 2Rr_a\left[\frac{a^3b - b^3c + c^3a}{\left[(p-a)^2 + r_a\delta_a\right]^2 + 4S^2} + 1\right],$$

$$\overline{\omega O}^2 = \overline{\omega' O}^2 = R^2 \cdot \frac{(p^2 - r\delta)^2 - 12S^2}{(p^2 - r\delta)^2 + 4S^2},$$

$$\overline{KH}^2 = R^2 + \frac{(m^2 - 6R^2)(16S^2 - m^4)}{2m^4},$$

$$\overline{ZH}^2 = 4R^2 + \frac{(m^4 - n^4)(3R^2 - m^2)}{m^4},$$

$$\overline{GK}^2 = \frac{1}{9m^4}(6m^2n^4 - m^6 - 27a^2b^2c^2),$$

$$\text{» } = \frac{1}{9m^4}\left[m^2(2n^4 + 16S^2) - 27a^2b^2c^2\right].$$

Si W est le point $\frac{a^4 - b^2c^2}{a}$, etc., on a :

$$\overline{WK}^2 = \frac{n^8}{m^4}\frac{4m^2n^4 - 27a^2b^2c^2}{(m^4 - 3n^4)^2},$$

$$\overline{H\lambda}^2 = 4R^2 - \frac{8p^2R}{\delta^2}(2R - r),$$

$$\overline{H\lambda_a}^2 = 4R^2 - \frac{8(p-a)^2R}{\delta_a^2}(2R + r_a).$$

λ, G, I et λ_a, G, I_a sont en ligne droite et l'on a :

$$\frac{\lambda G}{\lambda I} = \frac{2}{3}; \quad \frac{\lambda_a G}{\lambda_a I_a} = \frac{2}{3}.$$

L'aire du triangle oOH est : $\frac{(b-c)(c-a)(a-b)}{8r}$,

celle du triangle o_aOH est : $\frac{(b-c)(c+a)(a+b)}{8r_a}$.

(Voir *N. A.*, 1890, p. 49, M. *Sondat*.)

On a :

$$\text{Surface HoK} = -\frac{(a-c)(c-b)(b-a)}{24p\ \text{cotg}\ \omega}.$$

et, par transformation continue en A :

$$\text{Surface Ho}_a\text{K} = -\frac{(b-c)(a+b)(a+c)}{24(p-a)\ \text{cotg}\ \omega}.$$

$$\text{Surface GOK} = -\frac{(b^2-c^2)(c^2-a^2)(a^2-b^2)}{12pr m^2}.$$

Si N est le point de *Nagel*, N_a son transformé continu en A, on a :

$$\overline{oN}^2 = p^2 + 5r^2 - 16Rr,\ \overline{o_aN_a} = (p-a)^2 + 5r_a^2 + 16Rr_a,$$

$$ON = R - 2r,\ ON_a = R + 2r_a,$$

$$\overline{N\lambda}^2 = 16R\left[\frac{p^2(R+r)}{\delta^2} - r\right],\ \overline{N_a\lambda_a}^2 = 16R\left[\frac{(p-a)^2(R-r_a)}{\delta_a^2} + r_a\right],$$

$$\overline{o\lambda}^2 = r^2 - \frac{3S^2}{\delta^2},\ \overline{o_a\lambda_a}^2 = r_a^2 - \frac{3S^2}{\delta_a^2},$$

$$\overline{O\lambda}^2 = R^2 - \frac{4pS(R+r)}{\delta^2},\ \overline{O\lambda_a}^2 = R^2 + \frac{4(p-a)S(R-r_a)}{\delta_a^2}.$$

Le centre radical G_p des trois cercles ex-inscrits est le centre de gravité du périmètre : $\frac{b+c}{a}, \frac{c+a}{b}, \frac{a+b}{c}$; par transformation continue en A, on voit que le centre radical G_{pa} des trois cercles o, o_b, o_c, a pour coordonnées : $\frac{b+c}{a}, \frac{c-a}{b}, \frac{b-a}{c}$; on a :

$$\overline{oG_p}^2 = \frac{1}{4}(p^2 + 5r^2 - 16Rr), \frac{oG}{oG_p} = \frac{2}{3},$$

$$\overline{o_aG_{pa}}^2 = \frac{1}{4}(p-a)^2 + 5r_a^2 + 16Rr_a), \frac{o_aG}{o_aG_{pa}} = \frac{2}{3}.$$

Si Θ est le point $\frac{2a-p}{a}, \frac{2b-p}{b}, \frac{2c-p}{c}$;

(Voir *A. F.*, Congrès de Lyon, 1873, XIII, p. 94, et Congrès de La Rochelle, p. 110.)

Θ_a son transformé continu en A, $\frac{3a+b+c}{a}, \frac{-a-3b+c}{b}, \frac{-a+b-3c}{c}$, les points G_p, G, o, Θ sont collinéaires ainsi que G_{pa}, G, o_a, Θ_a, on a :

$$\frac{G\Theta}{Go} = \frac{G\Theta_a}{Go_a} = 4, \qquad \frac{\Theta o}{\Theta G} = \frac{\Theta_a o_a}{\Theta_a G} = \frac{3}{4}.$$

Les distances D entre deux points M et M′ déterminées dans ce paragraphe ont été calculées par la formule $D^2 = -\frac{R}{S}\sum a(y-y')(z-z')$, où x, y, z; x', y', z' sont les coordonnées normales absolues des points M et M′. On simplifie les expressions par les formules données au Congrès de Limoges (*A. F.*, 1890) ou d'autres analogues; enfin, de D on déduit d'autres distances s'il y a lieu, par la transformation continue.

§ 2. — Construction de divers points remarquables.

Construction du point I : $p-a, p-b, p-c$.

A. — Ce point, qui se rencontre si fréquemment dans la géométrie du triangle (voir, par ex. : *A. F.*, Congrès de Rouen, 1883, p. 123; Congrès de Nancy, 1886, p. 94; Congrès de Toulouse, 1887, p. 25; Congrès d'Oran, 1888, p. 171; Congrès de Paris, 1889, p. 204), peut se construire simplement au moyen du théorème suivant :

Soient A'_a, B'_b, C'_c *les points où les cercles ex-inscrits* o_a, o_b, o_c *touchent*

BC, CA, AB ; *soient* A_1, B_1, C_1 *les milieux de* $B'_bC'_c$, $C'_cA'_a$, $A'_aB'_b$. *Les droites* AA_1, BB_1, CC_1 *concourent en* I.

Déterminons la simplicité de cette construction :

Sur CA je porte A1 = *c* et C2 = *b*, op. : $2(2C_1 + C_3)$; je prends le milieu B'_b de 12, op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$; je porte CB'_b sur BA en C'_c, entre B et A, op. : $(3C_1 + C_3)$; je porte AB'_b sur BC en A'_a, entre B et C, op. : $(3C_1 + C_3)$; je joins $B'_bC'_c$ et $C'_cA'_a$, op. : $(4R_1 + 2R_2)$; je prends les milieux A_1 et B_1 de $B'_bC'_c$, $C'_cA'_a$, op. : $(4R_1 + 2R_2 + 3C_1 + 3C_3)$;

je mène les droites AA_1, BB_1, op : $2(2R_1 + R_2)$.

Elles se coupent en I.

On a ainsi, pour la construction totale :

$$\text{op. : } (14R_1 + 7R_2 + 15C_1 + 9C_3).$$

Simplicité : 45 ; *exactitude :* 29.

(Voir, pour la détermination de la simplicité, *A. F.*, 1888, p. 80, Congrès d'Oran.)

J'appelle *coefficient d'exactitude* la somme des coefficients de C_1, C_2 (quand il y a des C_2) et de R_1, car l'exactitude ne dépend finalement que de la précision avec laquelle on a déterminé les centres, les rayons des cercles et la position des droites, ce qui ne dépend, en réalité, que de C_1, C_2, R_1.

Étude d'une construction des points de contact d, d_a, d_b, d_c des cercles tangents aux trois cotés du triangle ABC avec le cercle de *Feuerbach*.

B. — Les points de contact des cercles inscrits et ex-inscrits, avec le cercle de *Feuerbach*, ont souvent occupé l'attention des géomètres (voir *N. A.*, 1886, p. 122, et *J. E.*, 1886, p. 193), mais je ne crois pas que la très simple construction suivante ait été signalée :

Soit G le barycentre du triangle ABC ; *o*, o_a, o_b, o_c les centres des quatre cercles tangents aux trois côtés du triangle ; A′, B′, C′ les milieux de BC, CA, AB.

A′B′ et A′C′ coupent *o*G en N et en M ;

CN et BM coupent AB et AC respectivement en K et en J ;

KJ touche le cercle inscrit au point *d* que l'on obtient en abaissant une perpendiculaire de *o* sur KJ.

En effet, on sait que KJ touche aussi la conique inscrite de *Steiner ;* par conséquent : la droite, lieu des centres des coniques inscrites au quadrilatère CJKB, est la droite *o*G, puisque G est le centre de la conique

de *Steiner ;* N et M sont donc à l'intersection de *o*G avec A′B′, et A′C′ intersections qui sont les milieux de CK et BJ.

Si O est le centre du cercle circonscrit, H l'orthocentre, T le milieu de OH ; *d* est évidemment sur To, d_a sur To_a, etc.

To a pour équation en coordonnées normales :

$$\sum x(r_b - r_c)(R + r - r_a) = 0.$$

To_a a pour équation :

$$x(r_b - r_c)(R + r - r_a) - y(r + r_b)(r_a + r_c - R) + z(r + r_c)(r_a + r_b - R) = 0,$$

qu'on obtient immédiatement en faisant la transformation continue en A sur l'équation de To.

On construirait d_a, d_b, d_c d'une façon tout à fait analogue.

A′B′ et A′C′ coupent o_aG en N_a et M_a ;

CN_a et BM_a coupent AB et AC en K_a, J_a, etc., etc.

Déterminons la simplicité de la construction :

1° En cherchant à obtenir un seul des points *d*, d_a, d_b, d_c ; le point *d* par exemple ;

2° En cherchant les quatre points.

1° Je trace de A, B, C, comme centres, trois circonférences égales se coupant deux à deux, op. : $(3C_1 + 3C_3)$.

En les utilisant, je prends les milieux A′, B′ de BC et de CA, op. : $(4R_1 + 2R_2)$; puis je détermine G en joignant AA′, BB′, op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

En utilisant les intersections des trois cercles primitivement décrits, avec les côtés du triangle, je mène les bissectrices de deux des angles intérieurs de ce triangle, A et B, par exemple : j'ai ainsi le point *o*, op. : $(4C_1 + 4C_3 + 4R_1 + 2R_2)$; je mène A′B′, A′C′ qui coupent *o*G (que je trace) en N et en M, op. : $(6R_1 + 3R_2)$; CN et BM coupent respectivement AB et AC en K et J, op. : $(4R_1 + 2R_2)$; je mène KJ, op. : $(2R + 2R_2)$; c'est la tangente cherchée au cercle inscrit et au cercle des neuf points que j'ai obtenue par l'opération : $(24R_1 + 12R_2 + 7C_1 + 7C_3)$.

Simplicité : 50 ; exactitude : 31.

Pour trouver le point *d* de contact, j'abaisse de *o* une perpendiculaire *od* sur KJ, op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$. *d* est donc en tout obtenu par l'opération : $(26R_1 + 13R_2 + 10C_1 + 10C_3)$.

Simplicité : 59 ; coefficient d'exactitude : 36.

2° Si l'on veut déterminer les autres tangentes et les autres points de contact d_a, d_b, d_c, beaucoup de lignes déjà tracées serviront ; il faudra,

comme constructions nouvelles, mener Co, op. : $(2R_1 + R_2)$, troisième bissectrice intérieure du triangle ; mener la bissectrice d'un angle extérieur B, par exemple, en se servant du cercle décrit primitivement, de B comme centre et d'un de ceux qui ont servi pour mener la bissectrice intérieure de B, ce sera alors, op. : $(C_1 + C_3 + 2R_1 + R_2)$; on aura ainsi les centres o_a et o_c ; joignant Ao_c, op. : $(2R_1 + R_2)$, on aura o_b par l'intersection avec Bo.

Je trace o_aG, o_bG, o_cG, op. : $(6R_1 + 3R_2)$, qui coupent A′B′, A′C′, déjà tracés, respectivement en N_a, M_a ; N_b, M_b ; N_c, M_c ;

CN_a et BM_a coupent AB et AC en K_a, J_a, op. : $(2R_1 + R_2)$;
CN_b et BM_b » » K_b, J_b, op. : $(2R_1 + R_2)$;
CN_c et BM_c » » K_c, J_c, op. : $(2R_1 + R_2)$;

en tirant K_aJ_a, K_bJ_b, K_cJ_c, op. : $(6R_1 + 3R_2)$, on aura les trois autres tangentes.

Les points de contact d_a, d_b, d_c s'obtiendront en abaissant des perpendiculaires o_ad_a, o_bd_b, o_cd_c sur K_aJ_a, K_bJ_b, K_cJ_c,

$$\text{op. : } (6R_1 + 3R_2 + 9C_1 + 9C_3).$$

En résumé, on obtiendra les quatre points d, d_a, d_b, d_c par l'opération : $(62R_1 + 31R_2 + 20C_1 + 20C_3)$.

Simplicité : 133 ; exactitude : 82.

Il a fallu tracer 31 droites et 20 cercles.

Remarquons que, pour déterminer un seul des points, la simplicité était 59 ; l'exactitude 36, et qu'il fallait tracer 13 droites et 10 cercles, de sorte que l'utilisation raisonnée des constructions fait descendre de quatre fois 59, ou 236 à 133, le coefficient de simplicité ; celui d'exactitude de 144 à 82 ; le nombre des droites à tracer de 52 à 31, et le nombre des cercles de 40 à 20.

Remarque. — Les coordonnées normales du centre de similitude inverse du cercle inscrit et du cercle de *Feuerbach* sont :

$$\cos^2\frac{B-C}{2},\quad \cos^2\frac{C-A}{2},\quad \cos^2\frac{A-B}{2};$$

celles du centre de similitude directe F_a du cercle ex-inscrit o_a et du cercle de *Feuerbach* sont :

$$-\cos^2\frac{B-C}{2},\quad \sin^2\frac{C-A}{2},\quad \sin^2\frac{A-B}{2};$$

AF_a, BF_b, CF_c se coupent au point :

$$\sin^2\frac{B-C}{2},\quad \sin^2\frac{C-A}{2},\quad \sin^2\frac{A-B}{2},$$

c'est-à-dire au point d, etc., etc.

CONSTRUIRE LE POINT M′ : ax, by, cz ET LE POINT M″ : $\frac{x}{a}$, $\frac{y}{b}$, $\frac{z}{c}$, CONNAISSANT LE POINT M : x, y, z.

C. — Soit M le point dont les coordonnées sont x, y, z.

Par B je mène une parallèle BB′ à la bissectrice de l'angle CAB, B′ étant sur CA ; je prends le milieu J de CB′. Je joins J au point α où la droite MA coupe BC ; Jα coupe BB′ en H, la droite AH passe par M′ : ax, by, cz.

Il est évident que j'obtiendrai M″ : $\frac{x}{a}$, $\frac{y}{b}$, $\frac{z}{c}$ par la même construction renversée.

C'est-à-dire que je joindrai AM qui coupera BB′ en H ; que je joindrai JH qui coupera BC en α', et que la droite AA′ contiendra M″.

La construction de M′ donne le point qui, en coordonnées normales, aurait ses coordonnées exprimées par les mêmes nombres que les coordonnées de M en coordonnées barycentriques. La construction de M″ donne le point qui, en coordonnées barycentriques, aurait ses coordonnées exprimées par les mêmes nombres que les coordonnées de M en coordonnées normales.

M. *Aug. Poulain* (*Mathesis*, p. 246, 1890), et M. *de Longchamps* (*J. E.*, 1886, p. 178) ont traité une question analogue et plus générale, puisque des deux points α, β, γ ; α', β', γ', ils déduisent les points $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$, $\gamma\gamma'$; $\frac{\alpha}{\alpha'}$, $\frac{\beta}{\beta'}$, $\frac{\gamma}{\gamma'}$ (coordonnées barycentriques) ; mais la question précédente se rapportant aux coordonnées normales, étant fort simple, différente de la leur et comprenant un cas particulier très important dans la géométrie du triangle, nous avons cru intéressant de la donner ici.

On voit que, en partant des centres des cercles inscrit et ex-inscrit, on aurait une construction pour construire de proche en proche tous les points a^n, b^n, c^n et les points algébriquement adjoints (n étant entier, mais positif ou négatif), que de l'orthocentre, on déduirait le point : tgA, tgB, tgC ; des points direct $\left(\frac{b}{c}, \frac{c}{a}, \frac{a}{b}\right)$ et rétrograde de *Brocard* les points $\frac{1}{c^2}, \frac{1}{a^2}, \frac{1}{b^2}$; $\frac{1}{b^2}, \frac{1}{c^2}, \frac{1}{a^2}$; etc., etc.

POINTS PERMUTIENS ET SEMI-PERMUTIENS.

D. — Nous rappelons que nous désignons par α, β, γ les coordonnées barycentriques, par x, y, z les coordonnées normales.

M. *Neuberg* a appelé points semi-réciproques d'un point M : α, β, γ ; les points M'_a : α, γ, β ; M'_b : γ, β, α ; M'_c : β, α, γ. Cette dénomination est tirée de ce que les coordonnées de ces points peuvent se mettre sous la forme $\frac{\alpha}{\beta\gamma}, \frac{1}{\beta}, \frac{1}{\gamma}$; $\frac{1}{\alpha}, \frac{\beta}{\alpha\gamma}, \frac{1}{\gamma}$; $\frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\beta}, \frac{\gamma}{\alpha\beta}$; ces points ont été étudiés aussi par M. *de*

Longchamps (*J. E.*, 1886, p. 231), mais je ne crois pas que les points $M_a : x, z, y$; $M_b : z, y, x$; $M_c : y, x, z$, dérivés des coordonnées normales x, y, z du point M aient été examinés.

Nous allons donner une construction de ces points et indiquer quelques-unes de leurs propriétés, ainsi que la construction des points β, γ, α ; γ, α, β ; y, z, x ; z, x, y, que nous croyons nouvelle. Suivant la terminologie de M. *Poulain*, nous appellerons les points x, y, z ; y, z, x ; z, x, y les *permutiens* et x, z, y ; z, y, x ; y, x, z les *semi-permutiens* du point M : x, y, z.

Soit o *le centre du cercle inscrit;* BM *et* CM *coupent respectivement* oA *en* E *et en* F.

CE *et* BF *se coupent en* $M_a : x, z, y$.

Les points M_a, M_b, M_c se construisent donc très simplement.

Les trois droites AM_a, BM_b, CM_c *se coupent au point :* $\frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{z}$ *inverse de* M.

Les trois droites MM_a, MM_b, MM_c *coupent* BC, CA, AB *aux pieds des bissectrices extérieures.*

Les triangles ABC, $M_a M_b M_c$ *sont triplement homologiques.*

Les axes d'homologie de ABC, $M_aM_bM_c$; ABC, $M_bM_cM_a$; ABC, $M_cM_aM_b$ *ont respectivement pour équations :*

$$\frac{\xi}{x^2-yz} + \frac{\eta}{y^2-zx} + \frac{\zeta}{z^2-xy} = 0;$$
$$\frac{\xi}{z^2-xy} + \frac{\eta}{x^2-yz} + \frac{\zeta}{y^2-zx} = 0;$$
$$\frac{\xi}{y^2-zx} + \frac{\eta}{z^2-xy} + \frac{\zeta}{x^2-yz} = 0,$$

et les centres correspondants d'homologie ont pour coordonnées : $\frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{z}$, et $\frac{1}{z}, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}$; $\frac{1}{y}, \frac{1}{z}, \frac{1}{x}$, points *permutiens* du point inverse de M.

Si M appartient à l'une des trois ellipses tangentes à deux côtés aux extrémités du troisième et passant par le barycentre, les trois côtés de $M_aM_bM_c$ passent chacun par un sommet de M et décrivent chacun une de ces ellipses.

Le triangle $M_aM_bM_c$ est *orthologique* à ABC si M décrit la cubique :

$$\sum x^3(b^2 - c^2) + \sum yz\left[z(a^2 \cos B - rr_b) - y(a^2 \cos C - rr_c)\right] = 0.$$

Le triangle $M'_aM'_bM'_c$ est *orthologique* à ABC si M décrit la cubique :

$$\sum \alpha^3 (b^2 - c^2) - \sum \beta\gamma\left[\beta(a^2 + b^2 - 2c^2) - \gamma(a^2 + c^2 - 2b^2)\right] = 0.$$

M. *Neuberg* appelle groupe isobarique les six points formés par α, β, γ; β, γ, α; γ, α, β, et les semi-réciproques : α, γ, β; γ, β, α; β, α, γ.

Nous énoncerons les théorèmes suivants faciles à démontrer, ainsi que leurs réciproques.

Les six points du groupe isobarique sont sur la conique inscrite de STEINER, *si l'un d'eux appartient à cette conique.*

Les six points du groupe isobarique sont sur la conique circonscrite de STEINER, *si l'un d'eux appartient à cette conique.*

Il y a les théorèmes analogues pour le groupe des six points *permutiens :*

$$x, y, z\ ;\ y, z, x\ ;\ z, x, y\ ;\ x, z, y\ ;\ z, y, x\ ;\ y, x, z.$$

Ces six points appartiennent à la conique inscrite qui touche les côtés aux pieds des bissectrices, si l'un d'eux appartient à cette conique.

Ces six points appartiennent à la conique circonscrite qui a pour centre le point I : (*A. F.*, Congrès de Rouen, 1883, etc.), *si l'un d'eux appartient à cette conique.*

Il n'a été donné, à notre connaissance, de construction géométrique que pour le groupe des semi-réciproques : α, γ, β; γ, β, α; β, α, γ du point M : α, β, γ. (Voir *J. E.*, 1886, *de Longchamps*, p. 231.)

Nous venons d'en donner une pour le groupe x, z, y; z, y, x; y, x, z en partant du point M : x, y, z. Il reste à donner les constructions géométriques pour les groupes :

β, γ, α; γ, α, β en partant du point M : α, β, γ

et y, z, x; z, x, y » » M : x, y, z.

Elles résultent *immédiatement* de ce qu'un quelconque des semi-réciproques de M; M'_a : α, γ, β, par exemple, a pour semi-réciproques : α, β, γ; β, γ, α; γ, α, β, c'est-à-dire le point M et les deux points dont nous cherchions la construction ; *de même, en partant du point : x, z, y et cherchant ses semi-permutiens, on a la construction géométrique des points : y, z, x; z, x, y.*

Nous allons étudier les conditions du tracé des points y, z, x; z, x, y; x, z, y; z, y, x; y, x, z.

Celles du tracé des points isobariques se ferait absolument de même en partant des médianes au lieu de partir des bissectrices.

Nous supposerons qu'il n'y a sur le plan du triangle que la position du point M qui soit fixée et nous allons déterminer les coefficients de simplicité et d'exactitude ainsi que le nombre des lignes qu'il faut tracer pour déterminer :

1° Un seul des *semi-permutiens;* M_a par exemple;

2° Deux ; M_a, et M_b par exemple ;

3° Tous les trois ;

4° Un seul des points : y, z, x; z, x, y ; le premier par exemple;

5° Ces deux points ;

6° Tous les cinq.

1° Je trace la bissectrice Ao de l'angle A, op. : $(3C_1 + 3C_3 + 2R_1 + R_2)$, je joins MB, MC par des droites qui coupent cette bissectrice en E_a, F_a et je joins CE_a, BF_a, op. : $(8R_1 + 4R_2)$, l'intersection de ces deux droites est le point M_a obtenu par, op. : $(3C_1 + 3C_3 + 10R_1 + 5R_2)$.

Simplicité 21 ; exactitude 13 ; 3 cercles, 5 droites.

2° Pour avoir maintenant M_b je trace la bissectrice Bo de l'angle B, op. : $(3C_1 + 3C_1 + 2R_1 + R_2)$, puis MA, op. : $(2R_3 + R_2)$; CM (déjà tracée pour la détermination de M_a) et AM coupent Bo en E_b, F_b en joignant AE_b, CF_b, op. : $(4R_1 + 2R_2)$, leur intersection est M_b.

Les points M_a et M_b sont obtenus tous les deux par l'opération op. : $(6C_1 + 6C_3 + 18R_1, + 9R_2)$.

Simplicité 39; exactitude 24 ; 6 cercles, 9 droites.

3° Pour avoir encore M_c, il suffit de joindre Co, op. : $(2R_1 + R_2)$, puis A, F_c et B, E_c, op. : $(4R_1 + 2R_2)$ en appelant E_c, F_c les intersections de MA, MB avec Co.

Les trois *points semi-permutiens* sont donc obtenus par l'opération op. : $(6C_1 + 6C_3 + 24R_1 + 12R_2)$.

Simplicité 48 ; exactitude 30 ; 6 cercles et 12 droites.

4° Pour construire y, z, x, je construis le deuxième *semi-permutien* de x, z, y, c'est-à-dire de M_a; le premier *semi-permutien* de x, z, y est x, y, z ou M ; le deuxième : y, z, x ; le troisième : z, x, y.

Je suppose donc que j'aie construit M_a, op. : $(3C_1 + 3C_3 + 10R_1 + 5R_2)$; je joins AM_a, op. : $(2R_1 + R_2)$.

Soient E_1, F_1 les points où CM_a (déjà tracée précédemment pour déterminer M_a) et AM_a coupent Bo, je joins AE_1, CF_1, op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Ces deux droites se coupent au point y, z, x.

Pour obtenir ce point, il faut donc : op. $(3C_1 + 3C_3 + 16R_1 + 8R_2)$.

Simplicité 30 ; exactitude 19 ; 3 cercles et 8 droites.

5° Quand j'ai le point : y, z, x pour construire le point z, x, y, il suffit de prendre le troisième *semi-permutien* de M.

J'appelle E_2, F_2 les points où BM_a, AM_a (déjà tracés) coupent Co; je joins AF_2, BF_2, op. : $(4R_1 + 2R_2)$, leur intersection donne le point : z, x, y.

De sorte que l'on peut obtenir les deux points : y, z, x; z, x, y par l'opération op. : $(3C_1 + 3C_3 + 20R_1 + 10R_2)$.

Simplicité 36 ; exactitude 23 ; 3 cercles, 10 droites.

6° Je construis d'abord les trois points M_a, M_b, M_c, op. : $(6C_1 + 6C_3 + 24R_1 + 12\,R_2)$.

Puis le deuxième *semi-permutien* de M_a, op. : $(6R_1 + 3R_2)$.

» troisième » M_a, op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Le groupe des six points sera donc construit par, op. : $(6C_1 + 6C_3 + 34R_1 + 17R_2)$.

Simplicité 63 ; exactitude 40 ; 6 cercles, 17 droites.

Pour avoir les points : β, γ, α ; γ, α, β en partant de M : α, β, γ, on ferait exactement les mêmes constructions en remplaçant *o* centre du cercle inscrit par G barycentre.

Remarque. — Chacun des deux groupes de six points :

$$x, y, z; \quad y, z, x; \quad z, x, y; \quad x, z, y; \quad z, y, x; \quad y, x, z$$

$$\alpha, \beta, \gamma; \quad \beta, \gamma, \alpha; \quad \gamma, \alpha, \beta; \quad \alpha, \gamma, \beta; \quad \gamma, \beta, \alpha; \quad \beta, \alpha, \gamma$$

est déterminé par un quelconque d'entre eux.

La construction que nous venons de donner pour les points *semi-permutiens* et pour les points y, z, x ; z, x, y dérivés d'un point M en coordonnées normales peut se généraliser dans le théorème suivant qui a de nombreuses applications.

E. — *Soient* M *et* M′ *deux points* x, y, z ; $x', y' z'$..

Si F_a *et* E_a *sont les points où* MA *coupe respectivement* CM′ *et* BM′;

F_b *et* E_b » » MB » » AM′ *et* CM′,

F_c *et* E_c » » MC » » BM′ *et* AM′,

Si M_a, M_b, M_c *sont les points communs à* BF_a *et à* CE_a, *à* CF_b *et à* AE_b, à AF_c *et à* BE_c; *les trois droites* AM_a, BM_b, CM_c *se coupent en un point* μ.

Les coordonnées de μ sont : $x^2y'z'$, $y^2z'x'$, $z^2x'y'$.

En traitant M′ par rapport à M comme nous venons de traiter M par rapport à M′, les droites AM'_a, BM'_b, CM'_c se couperont en un point μ' dont les coordonnées seront : x'^2yz, y'^2zx, z'^2xy.

— Si M et M′ sont deux points inverses : x, y, z ; $\frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{z}$, il en sera de même de μ et μ' qui seront : x^3, y^3, z^3 ; $\frac{1}{x^3}, \frac{1}{y^3}, \frac{1}{z^3}$; il résulte de là une élégante construction des points a^3, b^3, c^3 ; $\frac{1}{a^3}, \frac{1}{b^3}, \frac{1}{c^3}$ (si souvent rencontrés) au moyen du barycentre et du point de *Lemoine*.

— Si M et M′ sont deux points réciproques x, y, z ; $\frac{1}{a^2x}, \frac{1}{b^2y}, \frac{1}{c^2z}$, μ et μ' seront : a^2x^3, b^2y^3, c^2z^3 et $\frac{1}{a^4x^3}, \frac{1}{b^4y^3}, \frac{1}{c^4z^3}$, c'est-à-dire seront également réciproques.

— Si M est le centre de gravité G et M′ un point quelconque, les points M_a, M_b, M_c seront les semi-réciproques de M′, c'est-à-dire que si α, β, γ sont les coordonnées barycentriques de M′, celles de M_a, M_b, M_c seront

α, γ, β ; γ, β, α ; β, α, γ ; ou si x, y, z sont les coordonnées normales de M′, celles de M_a, M_b, M_c seront : xbc, zc^2, yb^2 ; zc^2, yca, xa^2 ; yb^2, xa^2, zab.

— Si M est le centre du cercle inscrit et M′ un point quelconque : x, y, z ; M_a, M_b, M_c seront les *semi-permutiens* de M′, c'est la construction que nous avons donnée pour ces points.

Les triangles $E_aE_bE_c$; $F_aF_bF_c$, sont triplement homologiques, les centres d'homologie sont M, M′ et le point V qui a pour coordonnées : $xx'(yz' + zy')$, $yy'(zx' + xz')$, $zz'(xy' + yx')$.

— Si M et M′ sont les points de *Brocard*, le point V est le point $\frac{a^4+b^2c^2}{a}$, etc. dont on a ainsi une construction élégante.

— Si M et M′ sont les points de *Jérabek* : b, c, a ; c, a, b, V sera le point : $\frac{a^2 + bc}{a}$, etc.

— Si M et M′ sont deux points inverses : x, y, z ; $\frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{z}$; V sera le point $x(y^2 + z^2)$, etc., par suite : si M et M′ sont le barycentre et le point de *Lemoine*, V sera le milieu de la ligne qui joint les points de *Brocard*.

— Si M et M′ sont les points réciproques x, y, z; $\frac{1}{a^2x}, \frac{1}{b^2y}, \frac{1}{c^2z}$; V sera le point : $x(b^2y^2 + c^2z^2)$, etc.

— Si M et M′ sont le barycentre et le point de *Steiner*, V est le point à l'infini : $\frac{b^2 - c^2}{a}$, etc.

— Si M et M′ sont le point de *Lemoine* et le point de *Steiner*, V est le point : $a^3(b^2 - c^2)$, etc., qui est sur la droite de *Lemoine*.

— Si M et M′ sont le point de *Lemoine* et le centre du cercle circonscrit, V est le point $a^2 \cos A$, etc.

— Si M et M′ sont le point de *Lemoine* et le centre du cercle inscrit, V est le point $a(b + c)$, etc.

— Si M et M′ sont le point de *Lemoine* et le centre du cercle ex-inscrit tangent au côté BC, V est le point : $-a(b + c)$, $b(a - c)$, $c(a - b)$.

— Si M et M′ sont le barycentre et le centre du cercle inscrit ou le barycentre et le centre du cercle ex-inscrit tangent à BC, on a pour V les points $b + c$, $c + a$, $a + b$; ou $-(b + c)$, $c - a$, $b - a$.

Nous ferons remarquer que la considération du point V est une source féconde pour trouver les procédés de construire les points remarquables, car ses coordonnées contiennent les indéterminées x, y, z ; x', y', z', variables que l'on peut choisir de façon que V soit un point donné.

— Si M et M′ sont les deux points à l'infini : $a(b^2 - c^2)$, $b(c^2 - a^2)$, $c(a^2 - b^2)$; $\frac{b^2 - c^2}{a}, \frac{c^2 - a^2}{a}, \frac{a^2 - b^2}{c}$ ou les deux points : $b - c$, $c - a$,

$a - b$; $\frac{b-c}{a}, \frac{c-a}{b}, \frac{a-b}{c}$, V est $a(b^4 - c^4)$, etc., ou $b^2 - c^2$, $c^2 - a^2$, $a^2 - b^2$.

— Si M est fixe et a pour coordonnées l, m, n et que M′ décrive la droite : $Ax + By + Cz = 0$, V décrira la conique :

$$\sum (Al - Bm - Cn)m^2n^2x^2 + 2lmn \sum Al^2yz = 0.$$

— Si M est un point quelconque, que la droite $Ax + By + Cz = 0$ soit la polaire trilinéaire de M, la conique lieu de V sera la conique inscrite qui touche les côtés aux points où AM, BM, CM les rencontre.

En partant des points M : x, y, z ; M′ : x', y, z et traitant M par rapport à M′ comme nous avons traité M par rapport au centre o du cercle inscrit pour avoir les points *semi-permutiens* et les points y, z, x ; z, x, y on forme le groupe des six points :

$$x, y, z\ ;\ yx'^2z',\ zy'^2x',\ xz'^2y'\ ;\ zx'^2y',\ xy'^2z',\ yz'^2x'\ ;$$

$$xy'z',\ zy'^2,\ yz'^2\ ;\ zx'^2,\ yz'x',\ xz'^2\ ;\ yx'^2,\ xy'^2,\ zx'y'.$$

qui jouit de toutes les propriétés perspectives du groupe dont nous avons étudié le cas particulier où M′ est le centre du cercle inscrit.

Nous nous sommes déjà occupé dans les pages précédentes des trois derniers de ces points que nous avons nommés M_a, M_b, M_c (voir § II, E).

En partant des points M : α, β, γ ; M′ : α', β', γ' on formerait aussi le groupe :

$$\alpha, \beta, \gamma\ ;\ \beta\alpha'^2\gamma',\ \gamma\beta'^2\alpha',\ \alpha\gamma'^2\beta'\ ;\ \gamma\alpha'^2\beta',\ \alpha\beta'^2\gamma',\ \beta\gamma'^2\alpha';$$

$$\alpha\beta'\gamma',\ \gamma\beta'^2,\ \beta\gamma'^2\ ;\ \gamma\alpha'^2,\ \beta\gamma'\alpha',\ \alpha\gamma'^2\ ;\ \beta\alpha'^2,\ \alpha\beta'^2,\ \gamma\alpha'\beta'.$$

dont le groupe isobarique est le cas particulier correspondant au cas où M′ est le barycentre.

Les six points x, y, z ; yx'^2z, zy'^2x', xz'^2y' ; etc., sont sur la conique :

$$\sum x'yz \times \sum \xi^2y'^2z'^2 - \sum x'\eta\zeta \times \sum x^2y'^2z'^2 = 0$$

(coordonnées normales).

On aurait, en changeant les x, y, z en des α, β, γ, l'équation en coordonnées barycentriques de la conique passant par les six points du groupe

$$\alpha, \beta, \gamma;\ \beta\alpha'^2\gamma',\ \gamma\beta'^2\alpha',\ \alpha\gamma'^2\beta';\ \text{etc.}$$

et par suite l'équation très simple de la conique passant par les six

points isobariques et de la conique passant par les six points du groupe *permutien :*

$$x, y, z\,;\ y, z, x\,;\ z, x, y\,;\ x, z, y\,;\ z, y, x\,;\ y, x, z.$$

§ 3. — Notes sur divers points déjà rencontrés dans la géométrie du triangle.

1. — Le point M_1 : $\delta_a, \delta_b, \delta_c$ ou $4R - r_a, 4R - r_b, 4R - r_c$ est sur la ligne qui joint le centre du cercle inscrit o au point : $\frac{1}{p-a}, \frac{1}{p-b}, \frac{1}{p-c}$, que nous appelons J. Cette ligne a pour équation : $\sum (b-c)(p-a)\xi = 0$.

On a : $$\frac{M_1 o}{M_1 J} = \frac{2R - r}{4R}.$$

M_1 est aussi sur la ligne $\sum \frac{a\xi(b-c)}{p-a} = 1$ qui joint le point I : $p-a$, $p-b$, $p-c$, au point I_1 : $\frac{p-a}{a}, \frac{p-b}{b}, \frac{p-c}{c}$, et l'on a :

$$\frac{M_1 I}{M_1 I_1} = \frac{2R}{\rho}.$$

2. — Si M_2 est le centre du cercle de *Brocard* : $bc + a^2 \cos A$, etc., G le centre de gravité, G_1 le point $a^2 \cos A$, etc., on a pour ces trois points en ligne droite : $\frac{M_2 G}{M_2 G_1} = 1 - \frac{a^2 + b^2 + c^2}{6R^2}$.

3. — Le point $a(a^4 - b^2c^2)$, etc., est sur la droite qui joint le centre du cercle de *Brocard* au point de *Lemoine*.

4. — La droite qui joint l'orthocentre au centre du cercle de *Brocard* a pour équation : $\sum x(b^4 - c^4) \cos A = 0$.

5. — L'axe radical du cercle de *de Longchamps* (voir *J. S.*, 1886, p. 57, etc.) et du cercle de *Brocard* est :

$$\sum ax(a^2m^2 - b^2c^2) = 0$$

où : $$m^2 = a^2 + b^2 + c^2.$$

6. — Soit Φ le point : $\frac{a^2b^2 + a^2c^2 - b^2c^2}{a}$, etc. (coordonnées normales) déjà souvent rencontré. La somme des carrés des parties des parallèles aux

côtés menée par ce point, parties comprises entre les côtés, est un minimum (*J. E.*, 1883, p. 242) ; il est sur la droite $\sum a^3x(b^2 - c^2) = 0$ qui joint le centre de gravité G au milieu ψ de la distance des points de *Brocard ;* le point D : $\frac{1}{a^3}, \frac{1}{b^3}, \frac{1}{c^3}$, est aussi sur cette droite ; Φ se construit géométriquement avec assez de simplicité (voir *A. F.*, Congrès de Grenoble, 1885, p. 27, § 2, n° 5), on a : $\frac{\psi D}{\Phi D} = \frac{1}{2}$, c'est-à-dire que ψ est aussi le milieu de ΦD. Le point Φ est le centre radical des 3 cercles de *Neuberg* par rapport à BC, CA, AB (voir *Gob*, supplément de *Mathesis*, 1889).

Si l'on appelle D′ le point a^3, b^3, c^3, W le point $\frac{a^4 - b^2c^2}{a}$, etc., les points D, D′, W sont en ligne droite sur la ligne $\sum a^3(b^6 - c^6)\xi = 0$ et l'on a : $\frac{WD'}{WD} = \frac{n^4}{m^4 - 2n^4}$.

W est aussi sur la ligne $\sum a(b^2 - c^2)\xi = 0$, qui joint le barycentre G au point de *Lemoine :* K et l'on a : $\frac{WG}{WK} = \frac{1}{3} \cdot \frac{m^4}{n^4}$.

§ 4. — Lieux géométriques et propriétés diverses.

1. — B *et* C *étant fixes, trouver le lieu du point* A, *tel que la droite de* Brocard *du triangle* ABC *soit perpendiculaire à* BC.

On sait que si la droite de *Brocard* est perpendiculaire au côté BC, l'on a la relation : $b^4 + c^4 - a^2(b^2 + c^2) = 0$, que l'on peut écrire :

$$(b^2 + c^2)^2 - a^2(b^2 + c^2) - 2b^2c^2 = 0. \qquad (1)$$

Si l'on prend pour origine le milieu O de BC, pour axe des x OB, pour axe des y la perpendiculaire menée à BC par le point O et que l'on appelle x et y les coordonnées de A, on a :

$$b^2 + c^2 = \frac{1}{2}\left[4(x^2 + y^2) + a^2\right],$$

$$b^2c^2 = \frac{1}{16}\left[\left[4(x^2 + y^2) + a^2\right]^2 - 16a^2x^2\right].$$

Substituant dans (1) il vient : $16(x^2 + y^2)^2 + 8a^2(x^2 - y^2) = 3a^4$, qui est l'équation cherchée ; elle se discute facilement sous la forme :

$$y^2 = \frac{a^2 - 4x^2 + 2a\sqrt{a^2 - 4x^2}}{4},$$

ou, si l'on emploie les coordonnées polaires :

$$\cos 2\omega = \frac{3a^4 - 16\rho^4}{8a^2\rho^2},$$

O étant le pôle, OB l'axe polaire.

2. — Étant donné un triangle ABC et un point M de son plan :

De M abaissons une perpendiculaire sur BC qui coupe BC, CA, AB, en 1_1, 1_2, 1_3 ;

De M abaissons une perpendiculaire sur CA qui coupe BC, CA, AB, en 2_1, 2_2, 1_3 ;

De M abaissons une perpendiculaire sur AB qui coupe BC, CA, AB, en 3_1, 3_2, 3_3. (Cf., *Mathesis*, tome VI, 1886, p. 6, *Neuberg.)*

1° 1_1, 2_2, 3_3 sont en ligne droite si M est sur le cercle circonscrit ;

2° 1_1, 2_3, 3_2 ; 1_3, 2_2, 3_1 ; 1_2, 2_1, 3_3 sont respectivement en ligne droite si M appartient à l'une des hyperboles équilatères $-\frac{a}{x} + \frac{c\cos A}{y} + \frac{b\cos A}{z} = 0$; $\frac{c\cos B}{x} - \frac{b}{y} + \frac{a\cos B}{z} = 0$; $\frac{b\cos C}{x} + \frac{a\cos C}{y} - \frac{c}{z} = 0$;

3° 1_2, 2_3, 3_1 ; 1_3, 2_1, 3_2 sont en ligne droite si M appartient respectivement aux hyperboles

$$\frac{c\cos B}{x} + \frac{a\cos C}{y} + \frac{b\cos A}{z} = 0 ; \frac{b\cos C}{x} + \frac{c\cos A}{y} + \frac{a\cos B}{z} = 0 ;$$

4° Si l'on suppose que l'un de ces six groupes de trois points soit assujetti à former un triangle d'aire constante, le lieu du point M est une conique.

Pour le groupe des trois points 1_1, 2_2, 3_3, on sait que cette conique est un cercle concentrique au cercle circonscrit ;

5° Si M est sur la droite qui joint l'orthocentre au centre du cercle inscrit on a $1_2 1_3 + 2_3 2_1 + 3_1 3_2 = 0$. Si M est sur une parallèle à cette droite, cette somme est constante.

3. — Le lieu des centres des coniques circonscrites à ABC et passant au point M dont les coordonnées normales sont x, y, z, est, comme l'on sait, la conique : $\sum a y_1 z_1 x^2 - \sum x_1 (b y_1 + c z_1) yz = 0$.

C'est une hyperbole, une parabole ou une ellipse suivant que la quantité $x_1 y_1 z_1 (a x_1 + b y_1 + c z_1)$ est négative, nulle ou positive.

Cette conique, que l'on peut appeler conique des neuf points relative à M, par analogie avec le cercle de *Feuerbach* qui en est le cas particulier lorsque M est l'orthocentre de ABC, passe par les milieux de BC, CA, AB, MA, MB, MC et par les points d'intersection de BC, CA, AB avec AM, BM, CM. Cela posé :

— Si M est le point de *Lemoine* de ABC, cette conique dont l'équation est alors : $abc\sum x^2 - \sum a(b^2+c^2)yz = 0$, a pour centre le point T : $\frac{2a^2+b^2+c^2}{a}$, etc., que nous avons déjà rencontré (voir *J. S.*, 1888, p. 250), et en reprenant la désignation ordinaire K du point de *Lemoine*, on a :

$$\frac{KT}{KG} = \frac{3}{4}.$$

— Si M est le barycentre, la conique est la conique inscrite de *Steiner*.

— Si M est le point de *Steiner*, la conique passe par le centre de gravité.

— Si M est un point du cercle circonscrit, la conique est une hyperbole équilatère.

— *Le lieu des centres des coniques circonscrites à* ABC *et tangentes en* C *au cercle circonscrit est l'hyperbole équilatère :* $x^2 - y^2 + yz\frac{c}{b} - xz\frac{c}{a} + xy\frac{a^2-b^2}{ab} = 0$. *Cette hyperbole est, par rapport au triangle formé par les milieux des côtés de* ABC, *l'hyperbole* Γ_c *que nous avons déjà souvent rencontrée.* (*Mathesis*, 1886, p. 58. — *A. F.*, Congrès de Nancy, 1886, p. 100.)

4. — Étant donné un triangle ABC. Si une circonférence passant en C et coupant CB en A_1, CA en B_1 est telle que son pôle soit sur AB :

1° Cette circonférence passe par un point fixe situé sur la médiane partant de C ;

2° L'enveloppe de A_1B_1 est une parabole, elle touche CB au point symétrique de C par rapport au pied de la hauteur partant de A, et CA au point symétrique de C par rapport au pied de la hauteur partant de B ;

3° L'axe de cette parabole est parallèle à la symédiane partant de C.

5. — *Soit* M *un point du plan d'un triangle* ABC ; AM, BM, CM *coupent respectivement en* M_a, M_b, M_c, *les médiatrices de* BC, CA, AB.

Si M *décrit la cubique :*

$$xyz(b^2-c^2)(c^2-a^2)(a^2-b^2) + abc\sum a^2yz(by-cz)\cos A = 0,$$

les trois points M_a, M_b, M_c, *sont en ligne droite.*

Cette cubique passe par les trois sommets de ABC, par les milieux des côtés, par le centre du cercle circonscrit; elle y a un point triple où les trois tangentes sont les médiatrices.

On peut généraliser et dire :

Si M *et* μ *sont deux points du plan d'un triangle* ABC *et que les milieux de* BC, CA, AB *soient* A′, B′, C′ ; *que* AM *et* A′μ ; BM *et* B′μ ; CM *et* C′μ *se*

coupent respectivement en M_a, M_b, M_c ; *le lieu des points* M *pour lequel ces trois points sont en ligne droite est une cubique qui passe en* A, B, C, A′, B′, C′, *qui a un point triple en* μ *où les trois tangentes sont* $\mu A'$, $\mu B'$, $\mu C'$.

6. — *Sur les points* BROCARDIENS *d'un point donné.*

Étant donné, dans le plan d'un triangle ABC, un point K dont les coordonnées normales sont x, y, z, nous avons étudié des points (*N. A.*, 1885, p. 202), que nous avons nommés postérieurement les *Brocardiens* de K (*A. F.*, Congrès de Grenoble, 1885, p. 25) ; comme il y a dans l'article des *Nouvelles Annales* des erreurs de notation, nous allons reproduire ici quelques définitions :

AK, BK, CK coupent BC, CA, AB aux points α, β, γ ;

La parallèle à BA menée par α coupe AC en μ ;
» CB » β » BA » ν ;
» AC » γ » CB » λ ;
» CA » α » AB » ν' ;
» AB » β » BC » λ' ;
» CB » γ » CA » μ'.

Les trois droites $A\lambda$, $B\mu$, $C\nu$ se coupent au point ω dont les coordonnées sont : bxy, cyz, axz et que nous appelons point *brocardien direct* de K ;

Les trois droites $A\lambda'$, $B\mu'$, $C\nu'$ se coupent au point ω' dont les coordonnées sont : cxz, ayz, bzy, et que nous appelons point *brocardien rétrograde* de K.

$B\omega$ coupe $C\omega'$ au point A_1 : $bcyz$, aby^2, acz^2 ;
$C\omega$ » $A\omega'$ » B_1 : abx^2, $acxz$, cbz^2 ;
$B\omega$ » $B\omega'$ » C_1 : acx^2, bcy^2, $abxy$.

Cela posé, la conique qui passe par les cinq points : A_1, B_1, C_1, ω, ω', (*N. A.*, *loco citato*), a pour équation :

$$abc\sum ayz\xi^2 - \sum b^2c^2yz\eta\zeta = 0$$

et passe par le centre de gravité de ABC.

Elle est toujours une ellipse qui peut devenir infiniment aplatie si le point K appartient à l'ellipse circonscrite de *Steiner* $\frac{1}{ax} + \frac{1}{by} + \frac{1}{cz} = 0$.

On le voit facilement en écrivant l'équation de la conique $A_1B_1C_1\omega\omega'$, rapportée à CB comme axe de X et CA comme axe de Y, équation qui est :

$$(a^2Y^2 + abXY + b^2X^2)\sum bcyz - a^3bx(2by + cz)Y - ab^3y(2ax + cz)X + a^3b^3xy = 0.$$

Les trois points A_1, B_1, C_1 sont alors sur la droite :

$$a^2x(2by + cz)Y + b^2y(2ax + cz)X - a^2b^2xy = 0,$$

ou en coordonnées normales : $\frac{\xi}{x} + \frac{\eta}{y} + \frac{\zeta}{z} = 0$, polaire trilinéaire de K.

7. — Soit M un point du plan d'un triangle ABC; M_a, M_b, M_c, les projections de M sur BC, CA, AB; A', B', C' les milieux de BC, CA, AB. Posons $M_aA' = \lambda$, $M_bB' = \mu$, $M_cC' = \nu$; λ, μ, ν étant comptés positivement ou négativement suivant que M_aA', M_bB', M_cC' ont le sens BC, CA, AB ou le sens contraire; on aura toujours : $a\lambda + b\mu + c\nu = 0$.

Le lieu des points tels que $\lambda + \mu + \nu = 0$ est la droite

$$\sum \xi\,(b - c)\,(p - a) = 0$$

déjà si souvent rencontrée.

On a : $M_aA' = \lambda = \frac{(c^2 - b^2)x - aby + acz}{2(ax + by + cz)}$, x, y, z étant les coordonnées normales de M.

Si M *est sur une droite parallèle à la droite :* $\sum \xi(b - c)\,(p - a) = 0$, $\lambda + \mu + \nu$ *est une constante.*

On peut résoudre facilement une foule de questions, comme :

Lieu des points M *pour lesquels* $\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2$, *ou* $\mu\nu + \nu\lambda + \lambda\mu$, *etc., etc., est constant.*

8. — Soit M : x, y, z un point du plan.

Sa polaire trilinéaire ou droite harmoniquement associée a pour équation $\frac{\xi}{x} + \frac{\eta}{y} + \frac{\zeta}{z} = 0$ et coupe BC, CA, AB en A_1, B_2, C_3 :

A_1 M coupe CA en B_1, AB en C_1 ;
B_2 M » AB » C_2, BC » A_2 ;
C_3 M » BC » A_3, CA » B_3.

Les points B_1, C_1, C_2, A_2, A_3, B_3 sont sur la conique dont l'équation est :

$$2\sum y^2z^2\xi^2 - 5xyz\sum x\eta\zeta = 0, \qquad (1)$$

qui est une ellipse, une parabole ou une hyperbole, suivant que M est à l'intérieur, sur le contour ou à l'extérieur de l'ellipse qui a pour équation :

$$\sum a^2\xi^2 - 10\sum bc\eta\zeta = 0.$$

La droite $A_1B_2C_3$ (polaire trilinéaire de M) est la polaire de M par rapport à cette conique.

Le lieu des points M pour lesquels l'équation (1) représente une hyperbole équilatère est le lieu des points inverses de la conique :

$$2\sum \xi^2 + 5\sum \eta\zeta \cos A = 0.$$

9. — Par le centre O du cercle circonscrit à un triangle ABC, je mène une perpendiculaire à BC qui coupe CA en A_b, BA en A_c ;
» » » CA » AB » B_c, CB » B_a ;
» » » AB » BC » C_a, AC » C_b.

1° Par A_b je mène une parallèle à BC.
» B_a » » CA.

Ces deux droites se coupent au point dont les coordonnées normales sont : a, b, $-c$.

C'est le point algébriquement associé en A du point de *Lemoine* (voir Congrès de Blois, *A. F.*, p. 49).

2° Par A_c je mène une parallèle à BC.
» B_c » » CA.

Ces deux droites se coupent au point dont les coordonnées normales sont : cos A, cos B, — cos C. C'est le point algébriquement associé en C du centre du cercle circonscrit.

La parallèle à BC menée par A_c et la parallèle à AC menée par B_c se coupent en un point qui est sur CO.

10. — *Sur les symétriques d'une droite.*

Soit $Ax + By + Cz = 0$ l'équation d'une droite L qui coupe en A', B', C' les côtés BC, CA, AB du triangle de référence.

La symétrique L_a de L menée par A' par rapport à BC, a pour équation :

$$(2B\cos C + 2C\cos B - A)x + By + Cz = 0.$$

On a pareillement les droites L_b, L_c.

La condition pour que les trois droites L_a, L_b, L_c soient concourantes est :

$$\begin{vmatrix} 2B\cos C + 2C\cos B - A, & B, & C \\ A, & 2C\cos A + 2A\cos C - B, & C \\ A, & B, & 2A\cos B + 2B\cos A - C \end{vmatrix} = 0.$$

ou : $$\left(\sum A^2 - 2\sum BC\cos A\right).\ \sum A\cos B\cos C = 0.$$

Le premier facteur n'est jamais nul, car il est identique à :

$$(A - B\cos C - C\cos B)^2 + (C\sin B - B\sin C)^2.$$

Donc, la condition nécessaire et suffisante pour que L_a, L_b, L_c se coupent au même point est :

$$A \cos B \cos C + B \cos C \cos A + C \cos A \cos B = 0,$$

ce qui exprime que L passe par l'orthocentre et l'on peut énoncer le théorème suivant qui se démontre géométriquement avec facilité.

Théorème I.

Si une droite L *passant par l'orthocentre d'un triangle* ABC, *coupe* BC, CA, AB *en* A′, B′, C′ *les symétriques* L_a, L_b, L_c *de* L *menées en* A′, B′, C *par rapport à* BC, CA, AB *se coupent en un point* V.

Le lieu de V *est le cercle circonscrit à* ABC.

Remarque. — Si L est la droite *d'Euler*, V est le point $\frac{a}{b^2 - c^2}$, etc.

Théorème II.

Si L_a, L_b, L_c *ne sont pas concourantes, elles forment un triangle homologique avec* ABC, *le centre d'homologie* V *appartient au cercle circonscrit et a pour coordonnées* $\frac{1}{B \cos C + C \cos B - A}$, *etc. Le triangle formé par* L_a, L_b, L_c *est semblable au triangle orthique de* ABC.

Si L *se meut parallèlement à elle-même, le point* V *reste fixe.*

Remarques. — Si L est la droite de *Lemoine*, V est le point de *Tarry*.

Si L est la droite : $x + y + z = 0$, V est le point $\frac{p - a}{a(b + c)}$, etc.

On déduit immédiatement le théorème I de la proposition suivante, qui n'en diffère que par la forme.

Théorème III.

Si une droite mobile L *passant par un point fixe* F *coupe deux droites fixes* CA′ *et* CB′ *en* A′ *et en* B′ *et que* A′M *et* B′M *soient symétriques de* L *respectivement par rapport à* CA′ *et à* CB′, *le lieu de* M *est une circonférence.*

Certaines de ces questions sur les droites symétriques sont, parmi d'autres sur le même sujet, déjà données par M. *Neuberg* (voir *Mathesis*, quest. 444, p. 143, t. V, 1885), ainsi que je m'en suis aperçu en lisant une note de M. *Sollertinsky* (*Mathesis*, 1891, p. 221), mais je les laisse parce qu'elles sont présentées ici d'une façon différente.

11. — Par un point M je mène une parallèle à AB qui coupe BC en C_b.

» M » » BC » CA » A_c.
» M » » CA » AB » B_a.
» M′ » » AB » CA » C_a.
» M′ » » BC » AB » A_b.
» M′ » » CA » BC » B_c.

1° Si les coordonnées normales de M et de M′ sont respectivement : x, y, z ; bc^2z, ca^2x, ab^2y, on aura : $MC_b = M'C_a$; $MA_c = M'A_b$; $MB_a = M'B_c$.

On peut aussi exprimer les coordonnées de M et de M′ par cb^2y, ac^2z, ba^2x; x, y, z.

2° Le lieu de M et le lieu de M′ pour lesquels à chaque point M en correspond un autre M′ tel que l'on ait :

$$MC_b = M'B_c\,; \quad MA_c = M'C_a\,; \quad MB_a = M'A_b,$$

sont respectivement les droites :

$$c(b-c)a^2x + a(c-a)b^2y + b(a-b)c^2z = 0,$$
$$b(b-c)a^2x + c(c-a)b^2y + a(a-b)c^2z = 0.$$

12. — *Soient* λ, μ, ν *les coordonnées barycentriques d'un point* M; A′, B′, C *les points où* AM, BM, CM *coupent* BC, CA, AB; A_1, B_1, C_1 *les milieux de* B′C′, C′A′, A′B′.

Les parallèles menées par A_1, B_1, C_1 *respectivement à* AM, BM, CM *se coupent en un point* M_1.

M_1A_1 a pour équation :

$$\mu\nu(\mu-\nu)\alpha + \nu\left[2\lambda(\lambda+\mu+\nu) + \mu(\mu+\nu)\right]\beta - \mu\left[2\lambda(\lambda+\mu+\nu) + \nu(\mu+\nu)\right]\gamma = 0.$$

M_1 a pour coordonnées :

$$\lambda(\mu+\nu)\left[(\lambda+\mu+\nu)^2 - \mu\nu\right], \text{ etc.}$$

M_1 est sur la droite :

$$\sum(\lambda+\mu)(\lambda+\nu)(\mu-\nu)\alpha = 0,$$

qui joint le point M′ : $\mu+\nu,\ \nu+\lambda,\ \lambda+\mu$

au point M″ : $\lambda(\mu+\nu),\ \mu(\nu+\lambda),\ \nu(\lambda+\mu)$,

et l'on a : $$\frac{M_1M'}{M_1M''} = \frac{(\mu\nu+\nu\lambda+\lambda\mu)(\lambda+\mu+\nu)}{\lambda\mu\nu}.$$

M. Éd. Lucas (*N. C. M.*, p. 95, quest. 84, 1876) a donné une partie de ce théorème pour le cas particulier où M est l'orthocentre.

Si un point dont les coordonnées barycentriques sont λ, μ, ν *décrit la conique circonscrite de* STEINER : $\beta\gamma + \gamma\alpha + \alpha\beta = 0$, *le point complémentaire :* $\mu + \nu$, $\nu + \lambda$, $\lambda + \mu$ *décrira la conique inscrite de* STEINER :

$$\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta} + \sqrt{\gamma} = 0.$$

13. — *Soit un triangle* ABC, M_1 *et* M′ *deux points de son plan.*
AM_1, BM_1, CM_1, *coupent respectivement* BC, CA, AB *en* A_1, B_1, C_1.
AM′, BM′, CM′, » » » » A′, B′, C′.
On sait que les six points A_1, B_1, C_1 ; A′, B′, C′ *sont sur une conique* L.
B′C′ *et* B_1C_1 *se coupent en* α ; C′A′ *et* C_1A_1 *en* β ; A′B′ *et* A_1B_1 *en* γ.
Cela posé :
1° αA′, βB′, γC′ *se coupent en* λ';
αA_1, βB_1, γC_1 » λ_1.
2° λ' *et* λ_1 *sont des points de la conique* L.
Si x', y', z' ; x_1, y_1, z_1 sont les coordonnées normales de M′ et de M_1,
Celles de λ' sont :

$$x'x_1^2(y'z_1 - y_1z')^2,\ y'y_1^2(z'x_1 - z_1x')^2,\ z'z_1^2(x'y_1 - x_1y')^2.$$

Celles de λ_1 sont :

$$x_1x'^2(y'z_1 - y_1z')^2,\ y_1y'^2(z'x_1 - z_1x')^2,\ z_1z'^2(x'y_1 - x_1y')^2.$$

Les points A, β, γ ; B, γ, α ; C, α, γ sont collinéaires.

Les trois droites $A\alpha$, $B\beta$ $C\gamma$ se coupent au point V_1, qui a pour coordonnées :

$$x'x_1(y'z_1 - y_1z'),\ y'y_1(z'x_1 - z_1x'),\ z'z_1(x'y_1 - x_1y').$$

La conique L a pour équation :

$$\sum y'z'y_1z_1x^2 - \sum x_1x'(y'z_1 + y_1z')yz = 0.$$

— Si M_1 et M′ sont respectivement le centre du cercle inscrit et le point de *Lemoine ;* le centre du cercle inscrit et le centre de gravité ; le centre du cercle inscrit et son point de *Gergonne*, V_1 est respectivement le point : $a(b - c)$, etc. ; le point : $(b - c)$, etc. ; le point : $(b - c)(p - a)$.

— Si M et M′ sont les points de *Brocard*, ou le barycentre et le point de *Lemoine*, V_1 est le point à l'infini inverse du point de *Steiner*, c'est-à-dire : $a(b^2 - c^2)$, etc.

— Si M et M′ sont les points de *Jérabek*, V_1 sera le point : $\dfrac{a^2 - bc}{a}$, etc.

— Si M et M′ sont : soit les points $\frac{1}{p-a}$, etc. et $(p-a)$, etc.; le point $(p-a)$, etc. et le point de *Lemoine ;* le barycentre et le point de *Lemoine*, V_1 sera le point $a(b-c)(p-a)$, etc., qui appartient à la droite de *Lemoine.*

— Si M et M′ sont les points inverses x, y, z; $\frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{z}$, V_1 sera le point $x(y-z)$, etc.

Ce qui donne une construction de tous ces points et de bien d'autres.

§ 5. — Sur un théorème analogue a celui des projections.

Si x, y, z ; x_1, y_1, z_1 sont les coordonnées normales de deux points M et M_1 et que l, m, n soient respectivement, en grandeur et en signe, les projections de MM_1 sur CB, BA, AC, on a :

$$l = \frac{abc}{(ax+by+cz)(ax_1+by_1+cz_1)}\Big[\cos B(yx_1 - xy_1) - \cos C(zx_1 - xz_1) + yz_1 - zy_1\Big],$$

et les deux formules analogues, d'où l'on tire la relation :

$$al + bm + cn = 0.$$

Cette dernière formule, qui est très simple, ne me semble pas avoir été remarquée — ou du moins l'on n'en fait guère usage, — pas plus que la proposition suivante dont elle est le cas particulier relatif au triangle.

La somme des projections d'une droite MM_1 *sur tous les côtés d'un polygone plan ou gauche fermé, chaque projection étant multipliée par la longueur du côté sur lequel elle est faite, est égale à zéro,* et ses corollaires.

Ce théorème général, qui est une sorte de réciproque du théorème des projections, se démontre exactement de la même manière, et ce n'est, au fond, qu'une autre façon de l'exprimer, car : soit MM_1 une droite sur laquelle nous fixons deux points MM_1 ; soit R la longueur de cette droite, soit un contour polygonal fermé A, B, C ... K,L et α, β, γ, etc., les angles que les directions AB, BC, CD, etc., font avec la direction MM_1.

Le théorème des projections donne :

$$AB\cos\alpha + BC\cos\beta + CD\cos\gamma + \ldots = 0,$$

ou en multipliant par R :

$$R\,.\,AB\cos\alpha + R\,.\,BC\cos\beta + R\,.\,CD\cos\gamma + \ldots = 0.$$

Mais R cos α, R cos β, R cos γ, etc., sont les projections de MM_1 sur AB, sur BC, sur CD, etc.

Donc, en appelant l, m, n, ces projections, on a :

$$l \cdot AB + m \cdot BC + n \cdot CD + \ldots = 0.$$

C'est le théorème que nous nous proposions d'établir.

§ 6.

Voici quelques identités que nous avons rencontrées dans nos calculs, elles feront suite à celles que nous avons données tant dans nos communications antérieures à *l'Association française* que dans le journal *Mathesis :*

$$a\cos^2 A + b\cos^2 B + c\cos^2 C = \frac{p}{2R^2}\left[2(R+r)(2R+r) + r^2 - p^2\right],$$

et, par transformation continue en A :

$$-a\cos^2 A + b\cos^2 B + c\cos^2 C = \frac{p-a}{2R^2}\left[2(R-r_a)(2R-r_a) + r_a^2 - (p-a)^2\right],$$

$$a\cos^3 A + b\cos^3 B + c\cos^3 C = \frac{S}{R^3}\left[R^2 + (2R+r)^2 - p^2\right],$$

$$\sum b^3c^3 = p^6 - 3p^3S(4R-r) + 3S^2r^2 + r^3\delta^3,$$

et, par transformation continue en A :

$$b^3c^3 - c^3a^3 - a^3b^3 = (p-a)^6 + 3(p-a)^3S(4R+r_a) + 3S^2r_a^2 - r_a^3\delta_a^3,$$

$$\sum a^6 = 2p^6 - 6p^3S(\delta + 4r) + 6S^2\left[\delta^2 + 4(2R+r)^2 - 8R^2\right] - 2r^3\delta^3.$$

La transformation continue en A montre que le premier membre est aussi égal à :

$$2(p-a)^6 + 6(p-a)^3S(\delta_a - 4r_a) + 6S^2\left[\delta_a^2 - 4(2R - r_a) - 8R^2\right] + 2r_a^2\delta_a^3.$$

$$2R(\cos B + \cos C) = r + r_a\,;\quad 2R(\cos B - \cos C) = r_c - r_b\,;$$

$$4R = \frac{r_a - r}{rr_a}bc.$$

$cr_b - br_c = \dfrac{(b-c)(p-a)^2}{r}$ et, par transformation continue en A,

$$br_b - cr_c = \frac{(b-c)\,p^2}{r_a^2}.$$

Nous avons fait souvent remarquer combien de fois les points de *Brocard* et le point de *Lemoine* s'étaient présentés par hasard dans les recherches géométriques avant qu'une étude systématique ait établi leur importance, nous en citons encore ici un cas (*N. A.*, 1870, page 479). Le n° 3 de l'exercice de *M. Callandreau* donne un point de *Brocard*. Par la construction qui se déduirait immédiatement de ce théorème, on arrive à la construction que j'ai donnée pour les points de *Brocard* (*A.F.*, Congrès de Toulouse, 1887, page 20).

Abréviations : *J. E.* signifie Journal de Mathématiques élémentaires, rédigé par *M. de Longchamps*.
J. S. signifie Journal de Mathématiques spéciales, rédigé par *M. de Longchamps*.
M. signifie Mathesis.
N. A. signifie Nouvelles Annales de Mathématiques.
A. F. signifie Association française pour l'avancement des sciences.
N. C. M. signifie Nouvelle Correspondance mathématique.

ERRATA

relatifs à quelques formules du Mémoire du Congrès de Limoges, 1890, et de celui du Congrès d'Oran, 1888.

1° Congrès de Limoges. — La valeur de $\sum \cos^2 B \cos^2 C$ donnée page 141 doit être rectifiée ainsi :

$$\sum \cos^2 B \cos^2 C = \frac{1}{16R^4}\left[(p^2 - r\delta)^2 + 4S^2 - 16R^2(p^2 - r\delta)\right] + 3$$

$$= \frac{1}{16R^4}\left[n^4 - 8R^2m^2\right] + 3$$

$$= \frac{1}{16R^4}\left[\left[(p-a)^2 + r_a\delta_a\right]^2 + 4S^2 - 16R^2\left[(p-a)^2 + r_a\delta_a\right]\right] + 3.$$

Ces formules ne dépendent, la première que des rapports $\frac{p}{R}, \frac{r}{R}$; la seconde que des rapports $\frac{p-a}{R}, \frac{r_a}{R}$.

— Page 141, formule 37, il faut :

$$-r^3 + r_b^3 + r_c^3 = \delta_a^3 - 12R(p-a)^2.$$

— Page 139, formule 4, il faut :

$$r_a\delta_a = \frac{2ab + 2ac - 2bc + \sum a^2}{4}.$$

— Page 142, dans les formules 49 et 50, les dénominateurs ne doivent pas être : $\operatorname{tg}^2 A$, $\operatorname{tg}^2 B$, $\operatorname{tg}^2 C$, mais : $\operatorname{tg} A$, $\operatorname{tg} B$, $\operatorname{tg} C$.

Dans la formule 48 le dernier terme du dénominateur doit être $-r\delta$ et non $+r\delta$.

Dans la formule 69, il faut $5r^2$ et non Sr^2.

2° Congrès d'Oran, 1888.

— Page 167, ligne 4, en remontant, au lieu de :

$A'A_p$, $B'B_p$, $C'C_p$, lire : $A'A_{p-a}$, $B'B_{p-b}$, $C'C_{p-c}$.

— Page 167, ligne 12, en remontant, au lieu de :

$p - c$, lire : $2(p - c)$.

— Page 167, ligne 13, en remontant, au lieu de :

p, $p - a$, $p - b$, lire : $2p$, $2(p - a)$, $2(p - b)$.

— Page 168, ligne 6, en remontant, au lieu de :

$A'A_p$, $B'B_{p-c}$, $C'C_{p-b}$, lire : A'_aA_p, B'_aB_{p-c}, C'_aC_{p-b}.

— Page 168, ligne 7, au lieu de :

$A'A'_p$, $B'B'_p$, $C'C'_p$, lire : $A'A'_{p-a}$, $B'B'_{p-b}$, $C'C'_{p-c}$.

— Page 169, ligne 5, au lieu de :

$A'A'_p$, $B'B'_{p-c}$, $C'C'_{p-b}$, lire : $A'_aA'_p$, $B'_aB'_{p-c}$, $C'_aC'_{p-b}$.

M. le Capitaine BAZERIES

à Nantes.

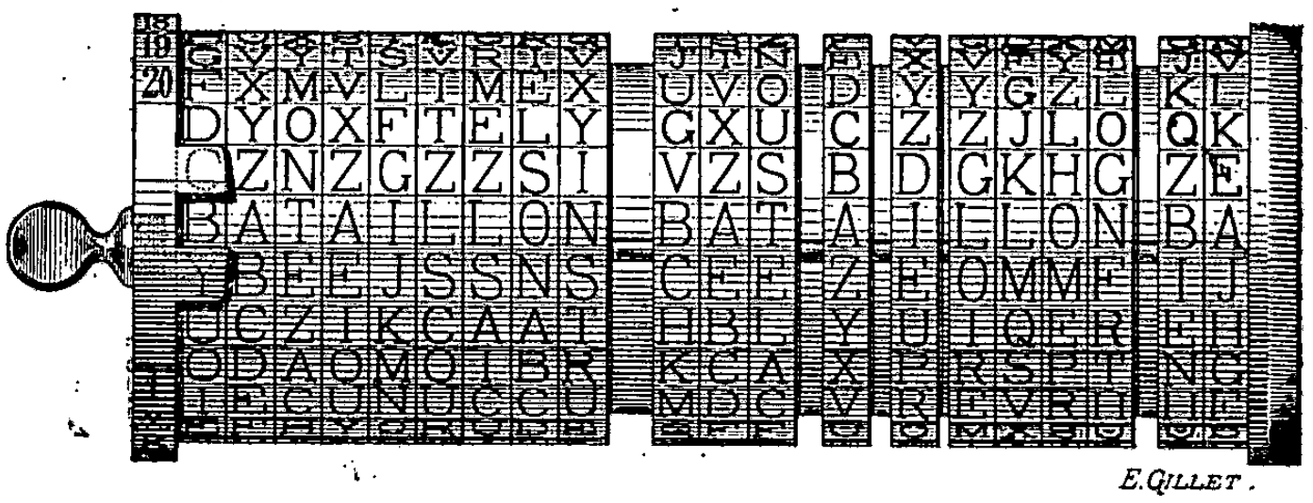
CRYPTOGRAPHE A 20 RONDELLES-ALPHABETS (25 LETTRES PAR ALPHABET)

— *Séance du 19 septembre 1891*

DESCRIPTION

L'appareil se compose de :

1° Un corps cylindrique, terminé à une extrémité par un disque invariablement fixé sur le cylindre et présentant une fourche indicatrice, et à



E. GILLET.

l'autre extrémité par un disque moleté de fermeture se vissant sur le cylindre.

2° Des rondelles-alphabets au nombre de vingt, portant chacune vingt-cinq lettres (*) (caractères latins).

Les alphabets ainsi gravés sur les rondelles sont tous différents les uns des autres par l'ordre dans lequel les caractères sont placés.

Les rondelles-alphabets portent chacune, sur un des côtés, un numéro d'ordre.

3° Une baguette-arrêtoir, dont la tête peut se visser dans le disque fixe du corps du cryptographe et dont la tige, en partie noyée dans un sillon longitudinal tracé sur le cylindre, pénètre dans des encoches pratiquées sur la face intérieure des rondelles et correspondant aux lettres gravées sur la face extérieure.

TROUSSE. — L'appareil au repos est enfermé dans une trousse en cuir,

(*) Le W, qui n'existe pas dans les alphabets des appareils télégraphiques Hughes et Baudot, a été supprimé sur le cryptographe. Pour chiffrer W, on chiffre deux V successifs.

divisée par des anneaux de laiton en compartiments pouvant contenir : celui de gauche, le disque mobile; ceux du milieu, chacun cinq rondelles.

Le cylindre s'engage facilement dans les anneaux et dans les rondelles placées dans leurs compartiments.

La baguette-arrêtoir est enfilée dans deux brides cousues sur le revers de la trousse.

La disposition de la trousse obligeant à enlever les rondelles pour y placer le cylindre, on n'aura aucune raison pour ne pas les replacer dans l'ordre naturel de leurs numéros (*), ce qui permet de remonter l'appareil très rapidement et en rend la perte absolument sans danger.

CLEF. — La clef consiste dans l'ordre de placement des rondelles sur le cylindre.

Cet ordre est donné par un mot répété autant de fois qu'il est nécessaire pour faire vingt lettres.

Pour transformer ce mot en chiffres, on inscrit 1 au-dessous de la première lettre de l'alphabet naturel employée la première fois, le chiffre 2 au-dessous de la même lettre employée la deuxième fois, etc.; le chiffre suivant au-dessous de la deuxième lettre de l'alphabet naturel employée la première fois, et ainsi de suite.

L'exemple suivant fera comprendre aisément le procédé à suivre.

Mot clef (**). — B A T A I L L O N
II. I. VII. (I). III. IV. (IV). VI. V.

NOTA. — Les chiffres romains placés au-dessous des lettres indiquent leur ordre dans l'alphabet naturel.

Transformation numérique	B A T A I L L O N B A T A I L L O N B A
	6. 1. 19. 2. 9. 11. 12. 17. 15. 7. 3. 20. 4. 10. 13. 14. 18. 16. 8. 5.

MONTAGE DE L'APPAREIL A LA CLEF (***). — Pour monter l'appareil à la clef, sortir de la trousse le corps du cryptographe, disposer les rondelles sur une table, sur quatre rangées de cinq, par ordre numérique. (Il suffit de les prendre par cinq dans la trousse et de les étaler, elles se trouvent ainsi tout naturellement disposées.)

Faire le mot numérique et enfiler les rondelles sur le cylindre, dans l'ordre des numéros placés au-dessous du mot clef.

(*) Le démontage de l'appareil et le rangement méthodique dans la trousse demande, sans se presser, au plus trois minutes.

(**) Il est bien entendu que le mot clef dont on convient doit rester absolument secret. On peut d'ailleurs, par une entente préalable, changer ce mot plus ou moins complètement, toutes les fois qu'on le veut.

Le papier qui a servi à transformer le mot clef en chiffres est brûlé aussitôt que le cryptographe est monté.

(***) L'opération du montage, longue à énumérer, est extrêmement simple dans son exécution. Elle ne demande, sans se presser, que cinq minutes, montre en main, y compris le chiffrement du mot et son incinération.

Dans l'exemple qui précède on placerait la rondelle n° 6 la première, n° 1 la deuxième, n° 19 la troisième, et ainsi de suite.

Visser le disque mobile et l'appareil se trouve monté à la clef.

NOTA. — Il faut enfiler les rondelles le numéro d'ordre en dessus, autrement les lettres seraient à l'envers.

CHIFFREMENT. — Pour chiffrer, on amène la première lettre à chiffrer, prise sur la première rondelle en regard de la fourche indicatrice; la deuxième lettre à chiffrer, prise sur la deuxième rondelle, à côté de la première, et ainsi de suite en ayant soin de fixer de temps en temps les rondelles placées en poussant plus avant la baguette-arrêtoir et en la vissant d'un demi-tour lorsqu'on a fini la ligne.

Lorsque les vingt rondelles sont disposées, on lit dans la ligne de la fourche les mots formés par les vingt premières lettres du texte à chiffrer.

On relève ensuite le chiffre de ces vingt lettres.

Ce chiffre est donné par une ligne horizontale quelconque, choisie au gré et au caprice du chiffreur.

On continue l'opération pour les vingt lettres suivantes, et ainsi de suite jusqu'à ce que la dépêche entière soit chiffrée.

On chiffre toujours vingt lettres à la fois.

Le reliquat seul peut être inférieur à ce nombre.

Si ce reliquat ne comporte que cinq ou six lettres, il est avantageux pour le déchiffrement de prendre le chiffre sur la ligne horizontale située au-dessus ou au-dessous de la fourche indicatrice.

On a avantage à prendre également une de ces lignes, lorsque le texte qu'on veut chiffrer comporte des lettres conventionnelles de nombres, en assez grande quantité.

DÉCHIFFREMENT. — Le déchiffrement s'opère comme le chiffrement.

On amène les lettres du cryptogramme en regard de la fourche indicatrice. Lorsqu'on a placé les vingt premières lettres, on cherche autour du cryptographe la ligne horizontale qui donne la traduction en clair; *elle saute aux yeux immédiatement*, car une seule de ces lignes horizontales présente un assemblage de lettres formant des mots ayant un sens.

On répète l'opération pour les vingt lettres suivantes et ainsi de suite jusqu'à ce que tout le cryptogramme soit déchiffré.

S'il ne reste que quelques lettres, on les trouvera au-dessus ou au-dessous de la fourche.

C'est parce que ces quelques lettres peuvent ne pas présenter à l'œil un sens immédiatement clair, qu'on prescrit ce qui est dit plus haut pour le chiffrement du reliquat. Il en est de même d'une ligne contenant beaucoup de lettres représentant conventionnellement des nombres.

CHIFFREMENT DE LA PONCTUATION ET DES NOMBRES. — Quoique l'appareil ne

porte que des lettres, on peut, sans inscrire les nombres en toutes lettres, ce qui allonge beaucoup le chiffrement et les transmissions télégraphiques, adopter des lettres conventionnelles faciles à reconnaître, en les encadrant entre des K, et faciles à traduire.

La lettre K est avantageuse parce qu'elle est très peu usitée dans la langue française, et peut, sans inconvénient, être l'indicatrice de la ponctuation et des nombres.

Pour indiquer un signe de ponctuation, on encadre ce signe représenté par sa lettre conventionnelle entre deux K; pour indiquer un nombre, on encadre ce nombre représenté par une ou plusieurs lettres conventionnelles entre deux doubles K (*).

Lettres conventionnelles de ponctuation.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
.	,	;	:	'	!	?	-		( )
point	virgule	point et virgule	deux points	apostrophe	point d'exclamation	point d'interrogation	trait-d'union	alinéa	parenthèse

Lettres conventionnelles des nombres.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Lettres conventionnelles des accessoires des nombres.

L	M	N	O	P	Q
barre de fraction	terminaison « ième »	« er ou o »	virgule entre deux chiffres	mot « numéro »	mot « et » entre deux chiffres

Exemples de chiffrement.

Pour chiffrer	2500	placer dans la ligne de la fourche		K K C F A A K K
—	15/100	—	—	K K B F L B A A K K
—	1er ou 1°	—	—	K K B N K K
—	7e	—	—	K K H M K K
—	5, 6, 7 et 8	—	—	K K F O G O H Q I K K
—	n° 4	—	—	K K P E K K
—	point	—	—	K A K
—	point à la ligne	—	—	K A I K

Dans la pratique, en fait de ponctuation, on ne chiffre guère que le point.

(*) Ou bien, encadrer les nombres entre deux K et les signes de ponctuation entre deux doubles K. C'est une affaire de convention.

Les apostrophes, traits-d'union, virgules, etc., n'ont pas besoin d'être chiffrés pour la clarté du texte; mais on peut le faire si c'est utile ou nécessaire.

Quant aux nombres, on chiffre soit en toutes lettres, soit au moyen de la convention ci-dessus. On choisit celui des deux systèmes qui est le plus rapide, c'est-à-dire celui qui exige le moins de caractères.

Lorsque le déchiffrement d'une dépêche donne une lettre encadrée entre deux K qui n'ont pas de sens précis, il est facile de reconnaître que la lettre placée entre les deux K est une lettre conventionnelle de ponctuation facile à lire avec la convention adoptée.

Si le déchiffrement donne une ou plusieurs lettres encadrées entre quatre K qui n'ont pas de sens, il est facile de voir que les lettres placées entre les doubles K représentent des nombres faciles à traduire avec la convention adoptée et la numération ordinaire.

Nota. — Pour ne pas se charger la mémoire des détails relatifs au chiffrement de la ponctuation et des nombres, un tableau des lettres conventionnelles est placé dans le tube du cryptographe pour pouvoir le consulter si c'est nécessaire. La connaissance de ce document par l'ennemi n'a d'ailleurs aucun inconvénient.

CRYPTOGRAMMES

1° *Cryptogramme chiffré avec le mot* cylindre *comme clef.*

L B G D M	V P G G F	H N M O H	I T D C F
B V F Y H	Q M X M O	B M V N P	H A P F Q
E P I F U	M G H C T	O S N U X	R G R V Z
F Z O C A	Y F Z O Y	H O E Q N	F Y Q T K
O R V U Z	V X B P T	X S F N X	T N Y L V
H Z A L S	L L N P P	Z L U G C	T G F D B

2° *Cryptogramme chiffré avec un mot tenu secret et donné comme défiant toutes recherches.*

X S J O D	P E F O C	X C X F M	R D Z M E
J Z C O A	Y U M T Z	L T D N J	H B U S Q
X T F L K	X C B D Y	G Y J K K	Q B S A H
Q H X P E	D B M L I	Z O Y V Q	P R E T L
T P M U K	X G H I V	A R L A H	S P G G P
V B Q Y H	T V J Y J	N X F F X	B V L C Z
L E F X F	V D M U B	Q B I J V	Z G G A I
T R Y Q B	A I D E Z	E Z E D X	K S . .

RÉSUMÉ

Le cryptographe cylindrique donne un chiffre basé sur le principe ci-après :

Emploi simultané de plusieurs alphabets différents pour le chiffrement d'une même dépêche.

Son emploi n'exige aucune connaissance spéciale; il suffit de savoir transformer le mot clef en mot numérique.

Les opérations du chiffrement ou du déchiffrement se font pour ainsi dire machinalement, sans aucun travail d'esprit, et par conséquent sans fatigue intellectuelle.

En cinq minutes on peut apprendre à se servir du cryptographe. Après l'avoir manœuvré une ou deux fois, on devient très habile pour le placement des lettres. On peut arriver à chiffrer vingt lettres par minute.

Les erreurs de transmission télégraphique n'empêchent point la lecture, car elles se détruisent facilement par le sens général de la dépêche.

Ni l'appareil ni la méthode n'ont besoin d'être tenus secrets.

M. C.-A. LAISANT

Député, Docteur ès sciences, à Paris.

SUR UNE MÉTHODE POUR LA CONSTRUCTION D'UNE TABLE DE NOMBRES PREMIERS

— Séance du 19 septembre 1891 —

1. — Presque toutes les tables de nombres premiers (ou plutôt tables de diviseurs premiers) un peu étendues présentent une disposition à double entrée (*). En général, chaque ligne contient le quotient du nombre considéré par un certain module, et chaque colonne répond au reste. Le plus souvent, comme l'a fait Lebesgue, on choisit comme module un nombre (**) contenant des facteurs premiers en assez grand nombre pour permettre la suppression de colonnes, et pour arriver ainsi à la réduction de l'étendue des tables dans la plus large mesure possible.

Mais, à côté de cet avantage, se présentent de graves inconvénients, et, en première ligne, celui d'obliger à un petit calcul préliminaire avant toute lecture. Il semble préférable, au risque d'allonger un peu les

(*) Voir notamment : LEBESGUE, *Tables diverses pour la décomposition des nombres en leurs facteurs premiers*; Paris, Gauthier-Villars, 1864.

SAINT-LOUP, *Sur la représentation graphique des diviseurs des nombres;* C. R., 1888, 2e semestre, p. 24.

(**) 210 dans les tables de Lebesgue.

tables, — et l'on verra que ce n'est pas dans une proportion inacceptable — de s'arranger de telle sorte que la lecture d'un nombre puisse se faire à simple vue. Nous trouvons à cette méthode l'avantage de simplifier en outre d'une façon sérieuse la *construction* de la table, qu'il faut toujours distinguer de la *publication*. Tel est le but de l'exposé qui va suivre; s'il présente un certain intérêt, c'est moins au point de vue purement scientifique qu'en ce qui touche le procédé pratique qu'on pourrait employer, et qui coûterait relativement peu de travail et d'efforts.

2. — Supposons que l'on ait rangé tous les nombres entiers, depuis 1 à 1.000.000 par exemple, pour fixer les idées, sur un tableau écrit ligne par ligne de gauche à droite, chaque ligne contenant 100 nombres. Le numéro d'ordre de chaque ligne, la première ligne étant numérotée 0, représentera les centaines d'un nombre considéré, et le rang du nombre dans sa ligne, c'est-à-dire le numéro de la colonne dans laquelle le nombre est inscrit, représentera le reste de la division par 100. Ainsi 387859 sera inscrit dans la 3878e ligne et dans la 59e colonne.

Il s'ensuit qu'un quadrillage préparé à l'avance permet de représenter les nombres, sans les écrire, par le simple numérotage des lignes et des colonnes; chaque nombre est spécifié par la position de la case qui le représente.

Si, sur un tableau de cette nature, présentant 100 colonnes, numérotées de 0 à 99, et un nombre indéfini de lignes, nous venons marquer toutes les cases qui représentent des multiples d'un nombre quelconque, et particulièrement d'un nombre premier, on sait que la figure qui s'ensuivra représentera un quinconce formé de parallélogrammes régulièrement distribués sur le tableau (*).

Les multiples de 2 figureront dans les 50 colonnes de rangs pairs; et, si l'on supprime ces colonnes, il n'en restera plus que 50, si bien que le tableau, en largeur, sera réduit de moitié, et ne contiendra plus que les nombres impairs.

Après cette réduction, il est à peu près évident que la remarque précédente subsiste encore, c'est-à-dire que toutes les cases répondant à des multiples d'un nombre premier quelconque seront encore disposées en quinconces. C'est sur cette simple remarque que repose le procédé que nous proposons.

3. — Imaginons qu'on ait, sur une figure pareille au tableau dont nous venons de parler, et formée par exemple d'un morceau de carton, marqué les cases représentant des multiples de p; puis qu'on ait percé à jour toutes ces cases qui forment alors autant de fenêtres. Nous aurons ainsi ce que nous appelons le *réseau* de p. Si nous appliquons ce réseau

(*) Voir notamment mon mémoire du *Congrès de Toulouse* (1887) : QUELQUES APPLICATIONS ARITHMÉTIQUES DE LA GÉOMÉTRIE DES QUINCONCES.

sur le tableau dont nous avons parlé tout à l'heure, de telle sorte qu'une fenêtre quelconque corresponde à un multiple quelconque de p, toutes les autres fenêtres découvriront aussi des cases correspondant à des multiples de p; et si le réseau a été construit dans des dimensions assez étendues pour recouvrir entièrement le tableau, *tous* les multiples de p contenus dans ce tableau apparaîtront dans les fenêtres du réseau. Si dès lors on veut marquer les cases correspondant aux multiples de p, il suffira d'imprimer ce nombre p, ou un signe quelconque le représentant, par exemple au moyen d'un timbre, dans chacune des cases découvertes par les fenêtres. Mais il est possible qu'en pratiquant cette opération sur un nombre p', inférieur à p', on ait déjà marqué la case comme correspondant à un multiple de p; dans ce cas, on ne la marquera pas une seconde fois, puisque le seul but qu'on poursuive est d'obtenir le plus petit diviseur premier de chacun des nombres compris dans la table.

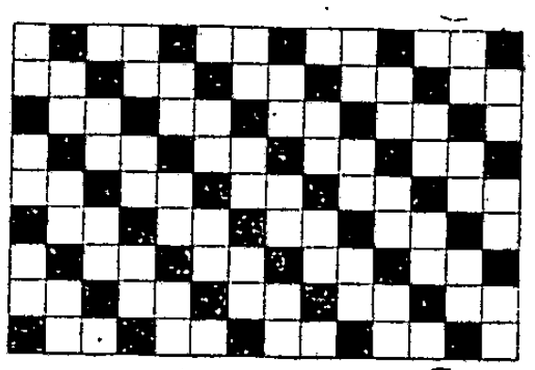
4. — Nous n'entrerons pas ici dans les détails pratiques d'exécution, dont l'exposition nous entraînerait à de trop longs développements. Il suffira de faire remarquer que l'opération se subdivise en deux parties distinctes : 1° établissement des réseaux, répondant aux facteurs premiers depuis 3 jusqu'à $\sqrt{N}$, N étant la limite supérieure de la table; 2° pointage des nombres par l'application des réseaux. Pour cette dernière partie de l'opération surtout, il serait avantageux d'employer du papier quadrillé de très grande longueur, analogue au papier en bobines qui sert pour l'impression des journaux sur presses rotatives. Il est à remarquer que ce pointage est purement mécanique, et ne peut donner lieu à aucune cause d'erreur si l'on procède avec la moindre attention.

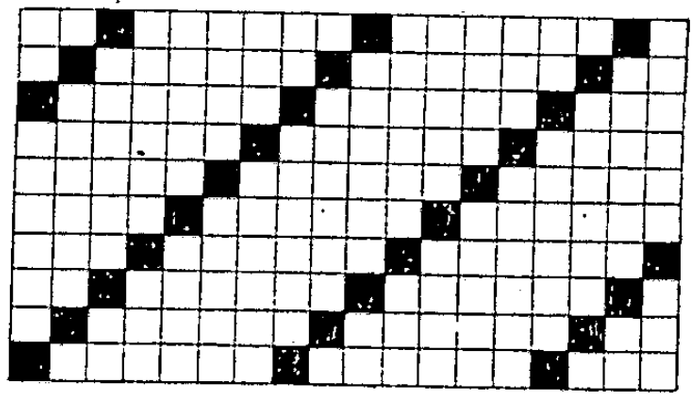
Il y aurait lieu évidemment, pour éviter le plus possible la confusion, de marquer chaque facteur premier au moyen d'un signe composé de deux caractères seulement, comme l'a fait, d'ailleurs, Lebesgue. Ce résultat, par l'emploi des caractères de l'alphabet grec, est facile à obtenir pour tous les facteurs premiers inférieurs à 10.000, ce qui permettrait de construire une table de facteurs premiers jusqu'à 100 millions.

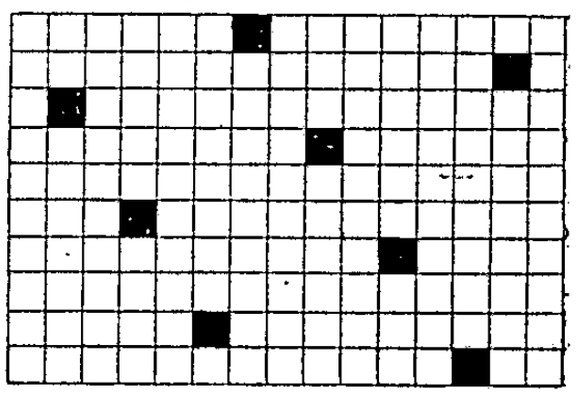
Une fois la feuille indéfinie, — ou du moins très longue, — ainsi préparée, il y aurait lieu de la découper en feuilles correspondant aux pages à imprimer, soit par exemple de 50 lignes de hauteur, comprenant de la sorte 5.000 nombres, moins les nombres pairs. On effacerait ensuite les colonnes dont l'en-tête se termine par un 5, ce qui réduirait encore le nombre des colonnes de 50 à 40, puisqu'elles contiennent toutes des multiples de 5 exclusivement, et on aurait des tables toutes prêtes pour l'impression.

Le procédé que nous venons d'indiquer exigerait évidemment un certain temps, et quelques dépenses matérielles; mais il semble difficile d'en imaginer un plus simple et qui donne prise à moins de chances

d'erreurs. Les seuls calculs à effectuer sont ceux qui concernent la construction des réseaux, et nous en avons dès à présent préparé les éléments de telle sorte que ces réseaux eux-mêmes pourraient immé-







diatement être construits par une personne absolument étrangère aux mathématiques.

Nous joignons à cette communication, comme spécimen, le type des réseaux des facteurs premiers 3, 7 et 19.

MM. J. NEUBERG et P.-H. SCHOUTE

Professeur à l'Université de Liège (Belgique).

Professeur à l'Université de Groningue (Hollande).

GÉNÉRALISATION D'UN PROBLÈME CONNU

— Séance du 19 septembre 1891 —

Nous appelons *normale d'angle* α en un point M d'une courbe, une droite MN menée par ce point et faisant avec la tangente MT l'angle donné α. Pour avoir les normales d'angle α aux différents points de la courbe, nous supposons que la droite MT glisse tangentiellement à la courbe en entraînant l'angle NMT.

La question que nous nous proposons de traiter ici (*) peut être énoncée ainsi :

On considère : 1° les coniques S *circonscrites à un triangle donné* ABC *et telles que les normales d'angle* α *aux sommets* A, B, C *concourent en un même point* P ; *2° les coniques* S′ *inscrites au même triangle et telles que les normales d'angle* α *aux points de contact des côtés concourent en un même point* P′.

Démontrer qu'une même cubique est à la fois le lieu de P *et de* P′ ; *qu'une autre cubique est à la fois le lieu des centres* O *et* O′, *des coniques* S *et* S′.

I. — *Identité des lieux* (P) et (P′). Soit Q un point quelconque du plan ABC *(fig. 1)*. Construisons trois angles QAA_1, QBB_1, QCC_1 égaux à α ; les seconds côtés rencontrent BC, CA, AB aux points A_1, B_1, C_1. Menons aussi

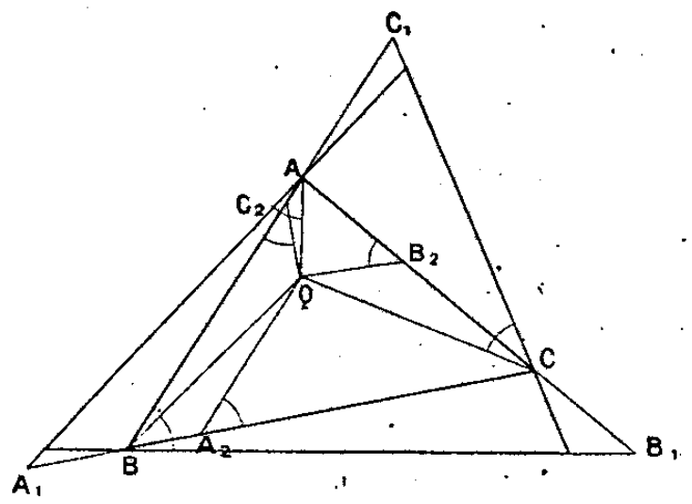


Fig. 1.

par Q trois droites QA_2, QB_2, QC_2 faisant avec BC, CA, AB les angles CA_2Q, AB_2Q, BC_2Q égaux à α.

Le quadrilatère AB_2QC_2 étant inscriptible, on a :

$$\frac{AC_2}{B_2A} = \frac{\sin C_2QA}{\sin AQB_2} = \frac{\sin BAA_1}{\sin CAA_1} = \frac{\sin B}{\sin C} \cdot \frac{A_1B}{A_1C}.$$

Par analogie,

$$\frac{BA_2}{C_2B} = \frac{\sin C}{\sin A} \cdot \frac{B_1C}{B_1A}, \quad \frac{CB_2}{A_2C} = \frac{\sin A}{\sin B} \cdot \frac{C_1A}{C_1B}.$$

En faisant le produit de ces égalités on obtient :

$$-\frac{AC_2}{AB_2} \cdot \frac{BA_2}{BC_2} \cdot \frac{CB_2}{CA_2} = \frac{A_1B}{A_1C} \cdot \frac{B_1C}{B_1A} \cdot \frac{C_1A}{C_1B}. \qquad (1)$$

Cette relation prouve l'identité des deux lieux (P) et (P′). Car, si Q est un des points P, les points A_1, B_1, C_1 sont en ligne droite, et le second membre

(*) Une grande partie de notre solution a déjà paru dans la *Wiskundige Opgaven*, t. III (problème 140).

de (1) est égal à l'unité. Les trois rapports qui entrent dans le premier membre ont donc un produit égal à — 1, et les droites AA_2, BB_2, CC_2 concourent en un même point. Il en résulte qu'il existe une conique touchant les côtés de ABC en A_2, B_2, C_2; donc Q est aussi un des points P'. On verrait de même que tout point P' est aussi un point P (*).

II. — *Génération de la courbe* (P). Soient A_1, B_1, C_1 les points où une droite quelconque L coupe les côtés du triangle ABC. Il existe une conique Σ circonscrite à ce triangle et tangente aux droites AA_1, BB_1, CC_1. Menons les normales d'angle α en A, B, C; en général, ces droites, que nous désignons par n_a, n_b, n_c ne concourent pas en un même point.

Faisons tourner la droite l autour du point A_1, supposé fixe. La droite n_a restera fixe; les droites n_b, n_c engendreront deux faisceaux projectifs, car ces faisceaux sont égaux à ceux qui projettent, à partir de B et C, les ponctuelles perspectives décrites par B_1 et C_1. Donc le point d'intersection Q des normales n_b, n_c se meut sur une conique U passant par B et C.

Si l'on déplace le point A_1 sur BC, la conique U engendre un faisceau ayant pour points fondamentaux les points B, C et les points Q qui correspondent à la sécante l confondue avec BC ou passant par A. Les faisceaux (U) et (n_a) étant projectifs (**), les points d'intersection des éléments correspondants décrivent une cubique. Ces points appartiennent au lieu (P).

III. — *Génération de la courbe* (P'). Soient A_2, B_2, C_2 les points où les droites joignant les sommets du triangle ABC à un même point L coupent les côtés opposés. Il existe une conique Σ' touchant ces côtés en A_2, B_2, C_2. En général, les normales d'angle α menées aux points A_2, B_2, C_2, droites que nous désignons par n'_a, n'_b, n'_c, ne concourent pas en un même point.

Déplaçons le point L sur la droite AA_2, supposée fixe. La droite n'_a restera fixe; les droites n'_b, n'_c se transporteront parallèlement à elles-mêmes en engendrant deux faisceaux projectifs, car les points B_2 et C_2 décrivent deux ponctuelles projectives. Il en résulte que le point d'intersection Q' de n'_b avec n'_c engendre une hyperbole U' dont les asymptotes sont parallèles à n'_b et n'_c.

Si la droite AA_2 tourne autour de A, la conique U' engendre un faisceau ayant pour points fondamentaux les points à l'infini sur n'_b et n'_c, et les points Q' qui correspondent au point L confondu avec A ou A_2. Les faisceaux (U') et (n'_a) étant projectifs, les points d'intersection des éléments correspondants décrivent une cubique; ces points appartiennent au lieu (P').

IV. — *Identité des lieux* (O) et (O'). Cette identité résulte des trois lemmes suivants :

(*) Dans la *Revue de Mathématiques spéciales* de M. Niewenglowski (mars 1891, p. 96), M. H. de Monbille résout la même question pour les normales ordinaires. On y trouve une démonstration directe de l'identité des lieux (P) et (P'), due à M. J.-G. Darboux et analogue à la nôtre.

(**) A chaque droite n_a correspond une seule conique U et réciproquement.

a. Si le triangle ABC *(fig. 2)* admet une conique inscrite S′ pour laquelle les normales d'angle α aux points de contact A_2, B_2, C_2 des côtés de ABC concourent en un même point P′, il existe une conique S_1 touchant en A, B, C les parallèles menées par ces points aux côtés correspondants du triangle $A_2B_2C_2$. Les normales d'angle $\pi - \alpha$ aux points A, B, C de la seconde conique concourent en un même point P_1, qui est le conjugué isogonal de P′ par rapport au triangle ABC.

b. Si le triangle ABC admet une conique inscrite S′ pour laquelle les normales d'angle α aux points de contact A_2, B_2, C_2 des côtés de ABC concourent en P′, il existe une seconde conique S_1' touchant les côtés de ABC aux points A_3, B_3, C_3 symétriques de A_2, B_2, C_2 par rapport aux milieux M_a, M_b, M_c de BC, CA, AB. Les normales d'angle $\pi - \alpha$ aux points A_3, B_3, C_3 de S_1' concourent en un même point P″ *(fig. 3)*.

c. Le centre de la conique inscrite S′ qui touche les côtés de ABC en A_2, B_2, C_2 coïncide avec le centre de la conique S_1 qui touche en A, B, C les parallèles aux côtés correspondants du triangle $A_3B_3C_3$.

Passons à la démonstration de ces lemmes.

a. Soit *(fig. 2)* $A_4B_4C_4$ le triangle qui a pour côtés les parallèles menées par A, B, C aux droites B_2C_2, C_2A_2, A_2B_2. On a l'identité :

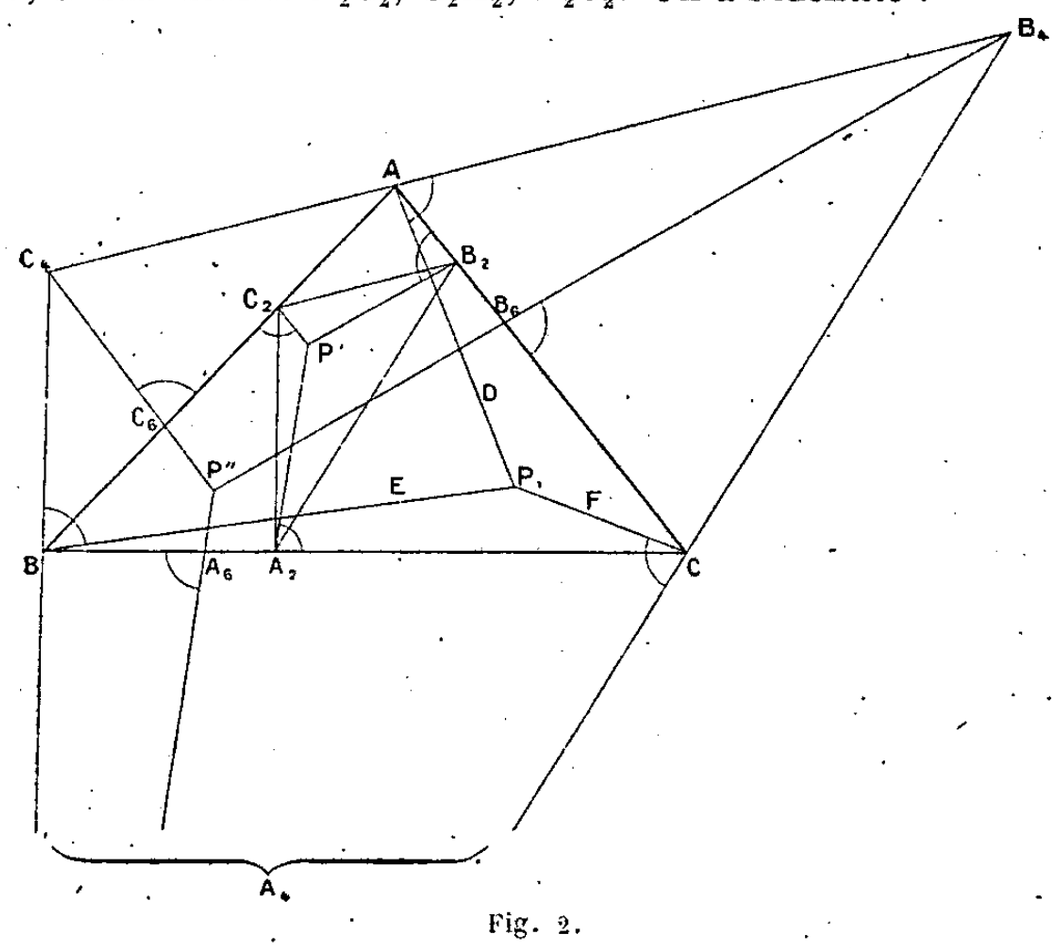


Fig. 2.

$$\frac{\sin AC_2B_2}{\sin AB_2C_2} \cdot \frac{\sin BA_2C_2}{\sin BC_2A_2} \cdot \frac{\sin CB_2A_2}{\sin CA_2B_2} = \frac{\sin A_4BC}{\sin A_4CB} \cdot \frac{\sin B_4CA}{\sin B_4AC} \cdot \frac{\sin C_4AB}{\sin C_2BA},$$

que l'on transforme aisément en celle-ci :

$$\frac{AB_2}{AC_2} \cdot \frac{BC_2}{BA_2} \cdot \frac{CA_2}{CB_2} = \frac{A_4C}{A_4B} \cdot \frac{B_4A}{B_4C} \cdot \frac{C_4B}{C_4A}.$$

Les droites AA_2, BB_2, CC_2 étant concourantes, le premier membre est égal à -1; le second membre ayant la même valeur, les droites A_4A, B_4B, C_4C sont concourantes. Par conséquent, il existe une conique S_1 qui touche en A, B, C les côtés du triangle $A_4B_4C_4$.

Menons par A, B, C les droites AD, BE, CF faisant avec B_4C_4, C_4A_4, A_4B_4 l'angle $\pi - \alpha$. Les angles B_4AD et AB_2P' étant égaux, de même que les angles B_4AC et AB_2C_2, l'angle CAD est égal à $P'B_2C_2$ et par suite à l'angle $P'AC_2$ (le quadrilatère $AB_2P'C_2$ est inscriptible); donc, les droites AD et AP' sont isogonales par rapport à l'angle CAB. Par analogie, les droites BE et BP', CF et CP' sont isogonales par rapport aux angles ABC, BCA; par conséquent, les droites AD, BE, CF concourent en un point P_1, isogonal de P' par rapport au triangle ABC.

b. Les droites AA_2, BB_2, CC_2 étant concourantes *(fig. 3)*, on a :

$$BA_2 \cdot CB_2 \cdot AC_2 = A_2C \cdot B_2A \cdot C_2B. \qquad (2)$$

En ajoutant membre à membre les relations (on tient compte des signes des segments AB_2, AC_2, ...) :

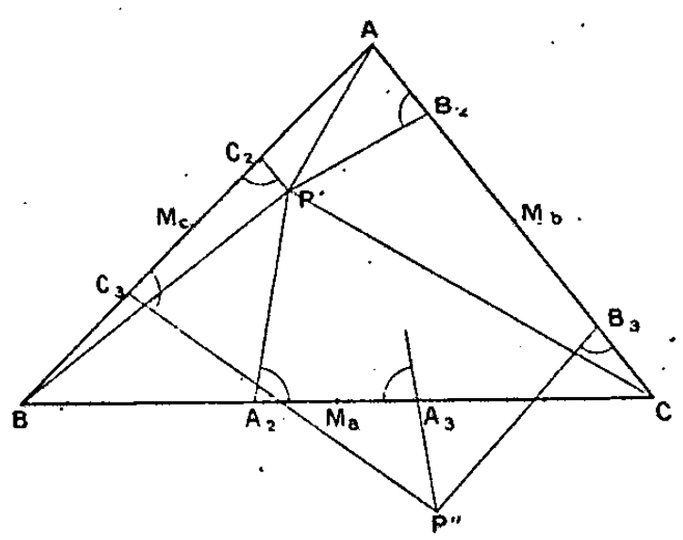


Fig. 3.

$$\overline{AP'}^2 = \overline{AB_2}^2 + \overline{P'B_2}^2 + 2AB_2 \cdot P'B_2 \cos\alpha = \overline{AC_2}^2 + \overline{P'C_2}^2 + 2AC_2 \cdot P'C_2 \cos\alpha,$$

$$\overline{BP'}^2 = \overline{BC_2}^2 + \overline{P'C_2}^2 + 2BC_2 \cdot P'C_2 \cos\alpha = \overline{BA_2}^2 + \overline{P'A_2}^2 + 2BA_2 \cdot P'A_2 \cos\alpha,$$

$$\overline{CP'}^2 = \overline{CA_2}^2 + \overline{P'A_2}^2 + 2CA_2 \cdot P'A_2 \cos\alpha = \overline{CB_2}^2 + \overline{P'B_2}^2 + 2CB_2 \cdot P'B_2 \cos\alpha,$$

on trouve :

$$\overline{AB_2}^2 + \overline{BC_2}^2 + \overline{CA_2}^2 - (\overline{AC_2}^2 + \overline{BA_2}^2 + \overline{CB_2}^2)$$
$$= 2\,(AB \cdot P'C_2 + BC \cdot P'A_2 + CA \cdot P'B_2)\cos\alpha = 4\,ABC \cdot \operatorname{cotg}\alpha. \qquad (3)$$

Réciproquement, si les égalités (2) et (3) ont lieu, il existe une conique touchant les côtés de ABC en A_2, B_2, C_2 et telle que les normales d'angle α en A_2, B_2, C_2 concourent en un même point.

Or, les relations (2) et (3) sont vérifiées, si l'on remplace A_2, B_2, C_2 par

A_3, B_3, C_3 et α par $\pi - \alpha$; donc il existe une conique S'_1 touchant les côtés de ABC en A_3, B_3, C_3 et telle que les normales d'angle $\pi - \alpha$ concourent en un même point.

c. Les coniques inscrites à ABC qui touchent BC en un point donné A_2 forment un faisceau tangentiel; donc le lieu des centres de ces courbes est la droite joignant les milieux de BC et AA_2 (théorème de Newton). Il en résulte que le centre O′ de la conique S′ qui touche les côtés de ABC aux points A_2, B_2, C_2 est à l'intersection des droites joignant les milieux M_a, M_b, M_c des côtés de ABC aux milieux N_a, N_b, N_c des droites AA_2, BB_2, CC_2.

Soit $A_5B_5C_5$ *(fig. 4)* le triangle qui a pour côtés les parallèles aux droites

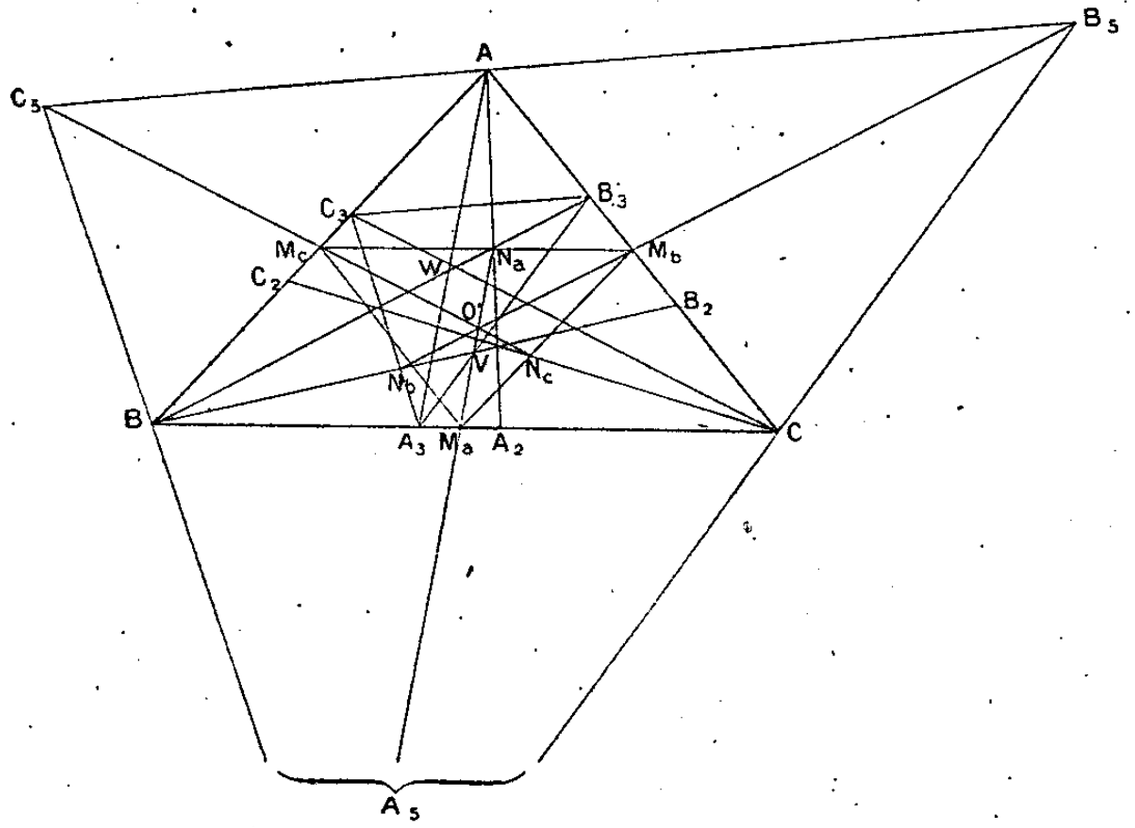


Fig. 4.

B_3C_3, C_3A_3, A_3B_3 menées par A, B, C. D'après les lemmes *a* et *b*, il existe une conique S qui touche en A, B, C les côtés de ce triangle, et telle que les normales d'angle $\pi - (\pi - \alpha)$ menées en A, B, C concourent en un même point. Le centre de cette conique est à l'intersection des droites A_5M_a, B_5M_b, C_5M_c; nous allons démontrer que ces droites passent respectivement par N_a, N_b, N_c.

En effet, d'après les propriétés du quadrangle complet, les droites A_3B_3, A_3C_3 sont séparées harmoniquement par les droites A_3A, BC. Donc les parallèles A_5C et A_5B à A_3B_3 et A_3C_3 sont séparées harmoniquement par les parallèles à A_3A et BC menées par A_5. Mais on sait que A_5C et A_5B forment un faisceau harmonique avec A_5M_a et la parallèle à BC menée par A_5. Donc A_5M_a coïncide avec M_aN_a, etc.

Les trois lemmes démontrent l'identité des lieux (O) et (O′); car les coniques concentriques S′, S correspondent à la même valeur de α.

V. — *Génération du lieu des centres des coniques* S *et* S′. Le lieu des centres des coniques S se compose de trois droites et d'une courbe (O). Les droites M_bM_c, M_cM_a, M_aM_b sont les lieux des centres de trois coniques dégénérées en deux parallèles (un côté du triangle ABC et la parallèle par le sommet opposé).

Le lieu des centres des coniques S′ est identique avec le précédent. Les droites M_bM_c, M_cM_a, M_aM_b sont les centres des coniques dégénérées en deux points (un sommet du triangle ABC et un point quelconque du côté opposé).

Nous allons déterminer le lieu (O′) en considérant les coniques S′. Donnons-nous le point de contact A_2 sur BC *(fig. 5)*; la normale n'_a d'angle α,

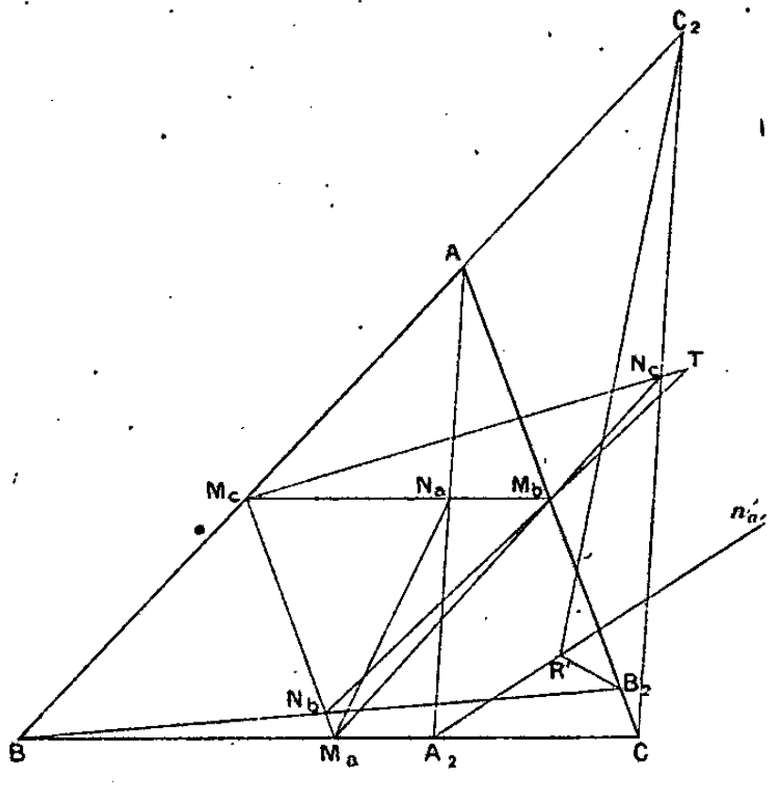


Fig. 5.

menée par A_2, et la droite M_aN_a sont déterminées. Par un point quelconque R′ de n'_a, menons des droites $R'B_2$, $R'C_2$ faisant avec CA, AB l'angle α, c'est-à-dire parallèles aux directions des normales n'_b, n'_c. Les points B_2, C_2 décriront des ponctuelles projectives; il en sera de même des milieux N_b, N_c des droites BB_2, CC_2; donc les droites M_bN_b, M_cN_c se correspondent dans deux faisceaux projectifs et leur point d'intersection décrira une conique V passant par M_b et M_c.

Si le point A_2 se déplace sur BC, la conique V engendre un faisceau ayant pour points fondamentaux M_b, M_c et deux points réunis en A qui correspondent au point R′ pris à l'infini sur n'_a. Les faisceaux (V) et (M_aN_a) étant projectifs, leurs éléments homologues se coupent sur une cubique. Cette courbe fait partie du lieu des centres des coniques S et S′.

VI. — *Particularités des courbes* (P) *et* (O).

1. Soient P, P′ *(fig. 6)* deux points isogonaux par rapport au triangle

ABC ... Leurs projections A_2, B_2, C_2, A'_2, B'_2, C'_2 sur les côtés du triangle ABC sont six points d'une même circonférence (K) ayant pour centre le milieu de PP′ ... et pour diamètre l'axe focal de la conique inscrite au triangle ABC et ayant pour foyers les points P, P′.

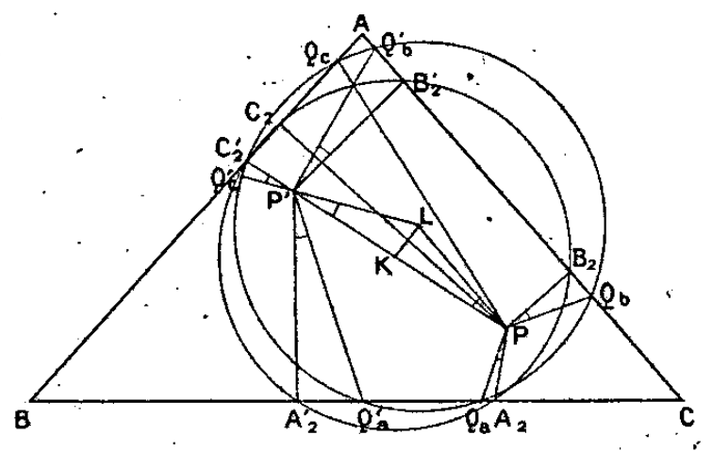


Fig. 6.

Plus généralement, les pieds Q_a, Q_b, Q_c des normales d'angle α abaissées de P sur BC, CA, AB, et les pieds Q'_a, Q'_b, Q'_c des normales d'angle $\pi - \alpha$ abaissées de P′ sont six points d'une même circonférence. Car on obtient le cercle $Q_aQ_bQ_c$ en faisant tourner les rayons vecteurs du cercle (K) issus de P de l'angle $\frac{\pi}{2} - \alpha$ et en les multipliant par séc α; son centre L se déduit du centre K du cercle (K) par les deux mêmes opérations. Pour obtenir le cercle $Q'_aQ'_bQ'_c$, il suffit de faire tourner du même angle $\frac{\pi}{2} - \alpha$, mais en sens contraire, les droites allant de P′ aux points du cercle (K) et de multiplier ces droites par séc α. Dans les deux cas, on obtient le même centre L et le même rayon; donc les cercles $Q_aQ_bQ_c$, $Q'_aQ'_bQ'_c$ coïncident.

Cela posé, reportons-nous au lemme *a*. S'il existe une conique S′ touchant les côtés de ABC en Q'_a, Q'_b, Q'_c et dont P′ soit le point de concours des normales d'angle α menées par Q'_a, Q'_b, Q'_c, il existe aussi une conique S_1 circonscrite au triangle ABC et telle que les normales d'angle $\pi - \alpha$ menées en A,B,C concourent en P. D'après le § 1, P est aussi le point de concours des normales d'angle $\pi - \alpha$ menées aux points de contact des côtés de ABC avec une certaine conique inscrite S'_1; ces points de contact sont Q_1, Q_2, Q_3.

Convenons de désigner par $(P)_\alpha$, $(O)_\alpha$ les lieux dont nous nous sommes occupés dans les paragraphes précédents. Nous pourrons dire que l'on passe de $(P)_\alpha$ à $(P)_{\pi-\alpha}$ au moyen d'une transformation isogonale (par points inverses), et que les points homologues de ces courbes jouissent de la propriété que les pieds des normales menées de ces points aux coniques inscrites correspondantes appartiennent à une même circonférence.

Lorsque $\alpha = \frac{\pi}{2}$, les deux courbes coïncident. Donc le lieu $(P)_{\frac{1}{2}\pi}$ est une courbe anallagmatique dans une transformation isogonale.

2. — Si l'angle α varie, les cubiques (P) forment un système tel que par un point quelconque P il passe trois de ces courbes. En effet, menons

par P trois droites faisant entre elles les angles $\pi - A$, $\pi - B$, $\pi - C$, et faisons tourner ce faisceau autour de P. Soient A_2, B_2, C_2 les points où les rayons rencontrent BC, CA, AB; ils décrivent trois ponctuelles projectives. Le point d'intersection des droites AA_2, BB_2 décrit une conique W_c; celui des droites AA_2, CC_2, une autre conique W_b; ces coniques, qui ont le point commun A, ont trois autres points communs. Les droites joignant l'un de ces points aux sommets du triangle ABC rencontrent les côtés opposés aux points de contact d'une conique inscrite pour laquelle P est un point de concours de normales menées en ces points de contact.

On peut aussi observer que les trois valeurs de α qui correspondent aux courbes (P) passant par un même point P, sont supplémentaires des valeurs de α qui correspondent aux trois cubiques (P) passant par le jumeau de P.

3. — Considérons les deux coniques inscrites S′ et S'_1, dont la première correspond à α et P, et la seconde à $\pi - \alpha$ et au transformé isogonal P′ de P. Les centres de ces courbes sont isogonaux. En effet, si Q_a, Q_b, Q_c, Q'_a, Q'_b, Q'_c sont les pieds des normales issues de ces points *(fig. 6)*, les quadrangles AQ_bPQ_c, $AQ'_cPQ'_b$ deviennent homothétiques après le retournement de l'un d'eux autour de la bissectrice de l'angle BAC. Il résulte de là que les droites joignant A aux milieux de Q_bQ_c, $Q'_cQ'_b$ sont symétriques par rapport à la même bissectrice. Mais ces droites passent par les centres des courbes S′, S'_1, etc.

Les lieux $(O)_\alpha$, $(O')_{\pi-\alpha}$ se correspondent dans une transformation isogonale (par points inverses); ils coïncident lorsque $\alpha = \frac{1}{2}\pi$. Donc la cubique $(O)_{\frac{1}{2}\pi}$ est une anallagmatique isogonale par rapport au triangle ABC.

4. — Un point quelconque Q est centre d'une seule conique inscrite à ABC; donc les cubiques (O) qu'on obtient en faisant varier l'angle α forment un faisceau. Les neuf points fondamentaux sont les milieux des côtés du triangle ABC et les sommets A, B, C comptés chacun deux fois; car toutes les courbes (Q) touchent en A, B, C les symédianes du triangle ABC.

Dans le faisceau des courbes (O), les courbes $(O)_\alpha$ et $(O)_{\pi-\alpha}$ forment une involution, ayant pour éléments doubles les lieux $(O)_{\frac{1}{2}\pi}$ et $(O)_o$, dont le dernier est constitué par les trois côtés du triangle ABC.

5. — En menant par les sommets de ABC et par les milieux des côtés des normales d'angle α sur les côtés, on obtient trois triangles A′B′C′, A″B″C″, A‴B‴C‴ *(fig. 7)*, directement semblables à ABC et ayant même centre d'homothétie U.

Ces triangles ont des relations remarquables avec la courbe $(P)_\alpha$. En effet, la cubique $(P)_\alpha$ passe par les points d'intersection des côtés des

triangles A′B′C′ et A″B″C″, à savoir les points (A, B, C), les points (F, G, H) situés sur la circonférence ABC, et trois points à l'infini sur les directions des normales d'angle α. De plus, l'identité

$$BA_2 \cdot CB_2 \cdot AC_2 = A_2C \cdot B_2A \cdot C_2B$$

conduit à l'équation de la courbe $(P)_\alpha$ sous la forme :

$$xyz = (a \sin \alpha - x)(b \sin \alpha - y)(c \sin \alpha - z),$$

le triangle de référence étant A′B′C′ ou A″B″C″.

On obtient encore une équation plus simple en prenant pour triangle de

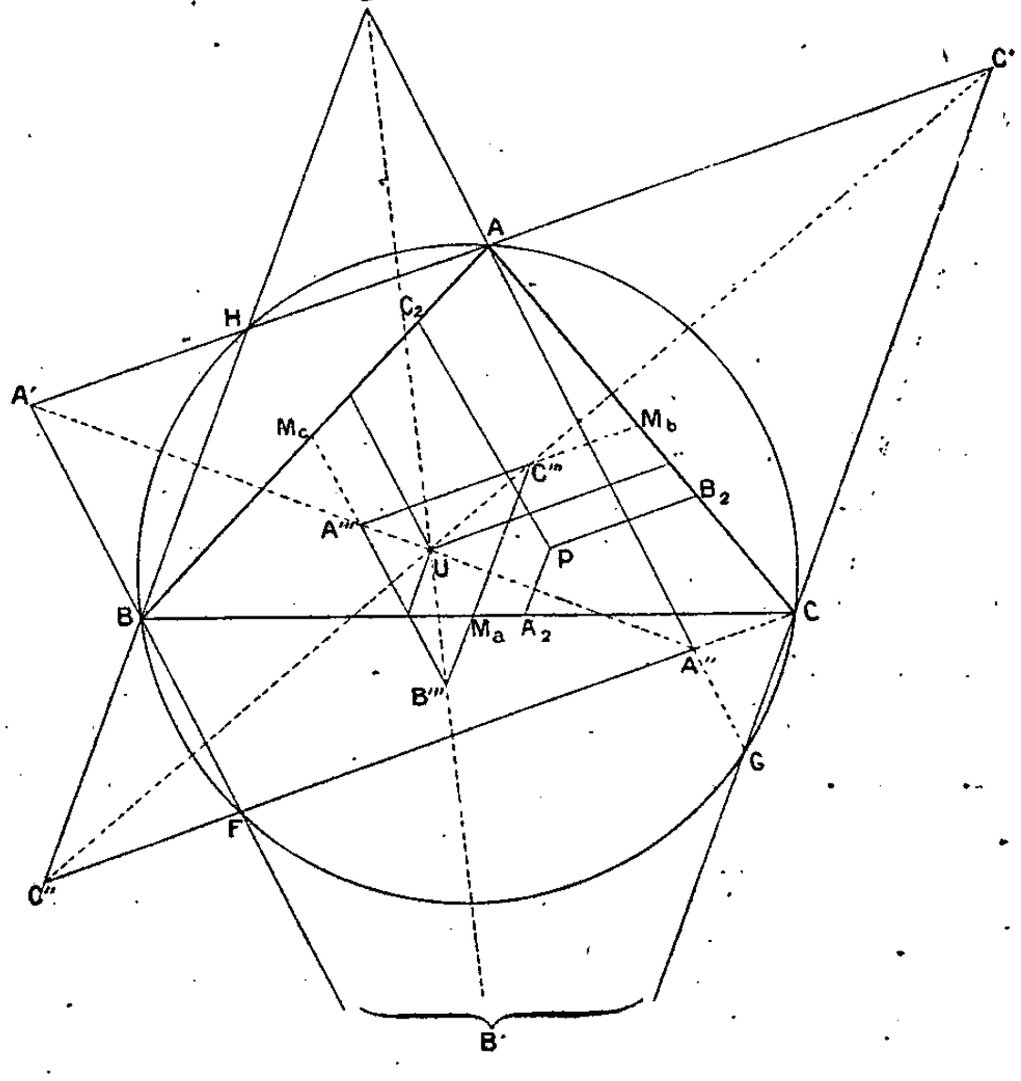


Fig. 7.

référence A‴B‴C‴; si l'on fait $A_2M_a = x$, $B_2M_b = y$, $C_2M_c = z$, on trouve :

$$\left(\frac{1}{2}a - x\right)\left(\frac{1}{2}b - y\right)\left(\frac{1}{2}c - z\right) = \left(\frac{1}{2}a + x\right)\left(\frac{1}{2}b + y\right)\left(\frac{1}{2}c + z\right),$$

ou :

$$\frac{4xyz}{abc} + \left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c}\right) = 0.$$

Dans ce cas, les normales d'angle α abaissées de P sur les côtés de

$A'''B'''C'''$ jouent le rôle de coordonnées. En coordonnées normales, on a :

$$\frac{4xyz}{abc} + \left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c}\right) \sin^2 \alpha = 0.$$

On voit que les côtés du triangle $A'''B'''C'''$ sont les asymptotes de la courbe et rencontrent la courbe sur la droite de Lemoine.

Lorsque $\alpha = \frac{\pi}{2}$, le point U est le centre du cercle ABC et le point de Lemoine des triangles $A'B'C'$, $A''B''C''$; le triangle $A'''B'''C'''$ a ses sommets confondus en U, mais les directions de ses côtés sont déterminées. L'équation de la courbe rapportée à l'un des triangles $A'B'C'$, $A''B''C''$ est :

$$xyz = (a - x)\,(b - y)\,(c - z).$$

Les deux triangles étant symétriques par rapport au centre du cercle ABC, ce point est centre de la courbe $(P)_{\frac{1}{2}\pi}$.

6. — Si des points A_4, B_4, C_4 *(fig. 2)* on abaisse les normales d'angle α sur BC, CA, AB, ces droites concourent en un point P″, isogonal de P_1 par rapport au triangle $A_4B_4C_4$. En effet, ces lignes sont parallèles à A_2P', B_2P', C_2P' et les triangles $A_4B_4C_4$, $A_2B_2C_2$ sont homothétiques; donc elles sont concourantes. De plus, l'angle $C_4A_4P_1 = BCP_1 = P''A_4B_4$, etc.; ce qui prouve que P_1 et P″ sont des points isogonaux par rapport au triangle $A_4B_4C_4$.

Le point P″ appartient à la cubique $(P)_\alpha$. En effet, les triangles ABC, $A_6B_6B_6$ étant perspectifs avec $A_4B_4C_4$, sont perspectifs entre eux (voir *Mathesis*, t. VII, p. 245, n° 13); donc les droites AA_6, BB_6, CC_6 sont concourantes.

Il serait intéressant d'étudier la transformation qui fait dériver le point P″ du point P′. La même transformation déduit du point P″ un nouveau point P‴ de la courbe $(P)_\alpha$, de P‴ un nouveau point P^{IV}, et ainsi de suite. Cette série de points se ferme-t-elle, aboutit-elle à un point-limite ou se continue-t-elle indéfiniment?

7. — Il est bien remarquable que les lieux $(P)_\alpha$ et $(P')_\alpha$, $(O)_\alpha$ et $(O')_\alpha$ des deux séries de coniques S et S′ coïncident. Cette coïncidence s'étend-elle à d'autres lieux qui dépendent de ces coniques? Ce qui la rend probable, c'est que les deux systèmes de courbes S et S′ ont les mêmes nombres caractéristiques pour une même valeur de α : trois courbes passent par un point donné, trois courbes touchent une même droite. Sans nous arrêter au problème que nous venons de poser, nous faisons remarquer que les enveloppes des axes des deux systèmes de courbes S et S′ sont les mêmes (voir *Koehler*, *Exercices de géométrie analytique*, t. I, p. 196).

VII. — *Courbes analogues aux courbes* (P) *et* (O).

1. — A chaque valeur de α correspond un centre d'homothétie U des triangles A'B'C', A''B''C'' *(fig. 7)*. Le lieu de ce point résulte très simplement de ce que les normales d'angle α abaissées de U sur les côtés de ABC divisent ces côtés dans le même rapport. Si K est ce rapport, les équations des normales sont :

$$Kb\,(x\cos C + y) - c\,(x\cos B + z) + (K+1)\,bx\sin C\,\mathrm{tg}\,\alpha = 0, \text{ etc.};$$

d'où, en éliminant K et $(K+1)\,\mathrm{tg}\,\alpha$, l'équation du lieu de U :

$$\begin{vmatrix} b(x\cos C + y) & c(x\cos B + z) & bcx \\ c(y\cos A + z) & a(y\cos C + x) & cay \\ a(z\cos B + x) & b(z\cos A + y) & abz \end{vmatrix} = 0;$$

ou après réduction :

$$xyz\,\Sigma a^4 - (x^2 + y^2 + z^2)\,abc\,\Sigma ax + \Sigma bcx\,(c^2y^2 + b^2z^2) = 0.$$

Ce lieu est donc une cubique passant par le centre du cercle ABC, par les points situés à l'infini sur les côtés du triangle ABC, etc.

2. — Soit V le point d'intersection des droites AA_2, BB_2, CC_2 aboutissant aux points de contact des côtés de ABC avec une conique S' *(fig. 4)*; c'est le *point de Gergonne* de S'. Appelons W le point d'intersection des droites AA_3, BB_3, CC_3 qui aboutissent aux points symétriques de A_2, B_2, C_2 par rapport aux milieux M_a, M_b, M_c de BC, CA, AB; les points V, W sont isotomiques (ou réciproques) par rapport au triangle ABC. Or, dans les triangles semblables ABC, $M_aM_bM_c$, les points W et V se correspondent, car

$$\frac{BA_2}{CA_2} = \frac{M_cN_a}{M_bN_a} = \frac{CA_3}{BA_3}, \text{ etc.}$$

Les courbes (W) et (V) sont donc complémentaires; les courbes (W) et (O') sont isotomiques par rapport à ABC.

Les courbes $(V)_\alpha$, identiques aux courbes $(W)_{\pi-\alpha}$ forment un faisceau dont les points fondamentaux sont les anticomplémentaires des points fondamentaux du faisceau des courbes $(O)_\alpha$. Dans ce faisceau, les courbes $(V)_\alpha$ et $(W)_\alpha$ sont les éléments conjugués d'une involution; les éléments doubles sont les courbes $(V)_{\frac{\pi}{2}}$ et $(V)_o$, dont la première est une anallagmatique isotomique par rapport à ABC, et dont la seconde se compose des trois parallèles à BC, CA, AB menées par A, B, C.

3. — Soient : O le centre d'une conique S circonscrite à ABC; A'B'C', le triangle formé par les tangentes menées en A, B, C; T, le point d'intersection des droites AA', BB', CC'. En général, à un point O correspond un seul point T et réciproquement; donc la correspondance entre ces

points est birationnelle. D'après un théorème connu, la droite A'T est divisée harmoniquement par A et BC; donc les droites M_aT et M_aA' forment un faisceau harmonique avec M_aA et BC. Si l'on coupe ce faisceau par M_bM_c, on voit que les droites M_aT et M_aA' rencontrent M_bM_c en deux points équidistants du milieu de M_bM_c; comme M_aA' passe par O, les points O et T sont isotomiques (réciproques) par rapport au triangle $M_aM_bM_c$.

On a trouvé ci-dessus (VII, 2°) que les courbes (O') et (W) sont isotomiques; on vient de trouver la même relation entre les courbes (O) et (T). Comme les courbes (O) et (O') sont identiques, les courbes (W) et (T) se confondent également.

VIII. — *Bibliographie.* Dans l'*Educational Times* du mois d'août 1864, M. *Thomson* propose le lieu $(O')_{\frac{1}{2}\pi}$; il énonce que ce lieu est une cubique passant par A, B, C, le centre de gravité, l'orthocentre, les centres des cercles circonscrit, inscrit et ex-inscrits, les milieux des côtés de ABC, les milieux des hauteurs, etc. Proposée de nouveau dans les *Nouvelles Annales* (1865, p. 144), la question a été résolue analytiquement par M. *Poussart* (Ibid., p. 469). Dans le tome suivant (1866, p. 35), M. *G. Darboux* propose le lieu $(P)_{\frac{1}{2}\pi}$ et celui du pied de la quatrième normale abaissée de P sur la conique S. Une solution de la première partie a paru dans l'année 1866, p. 420; la seconde partie a été résolue dans l'année 1867, p. 510; le lieu du pied de la quatrième normale se compose de la circonférence ABC, des droites BC, CA, AB, et d'une courbe du septième ordre. Le lieu $V_{\frac{1}{2}\pi}$, proposé par M. *Éd. Lucas*, dans la *Nouvelle Correspondance* (t. II, p. 94), a été traité analytiquement par M. *H. Van Aubel* (*N. C. M.*, t. IV, pp. 261 et 351; t. V, p. 81; t. VI, p. 56). Dans les *Nouvelles Annales* de 1876, M. *Dewulf* examine les lieux $(P')_{\frac{1}{2}\pi}$ et $(V)_{\frac{1}{2}\pi}$ proposés par M. *Lucas* (pp. 240 et 550).

L'historique qui précède est emprunté à une note que M. *H. Brocard* publiée dans l'*Educational Times* (août 1861) à l'occasion des questions 8396 et 8516, proposées respectivement par MM. *Purser* et *Sircom*.

Dans le *Journal de Mathématiques spéciales*, année 1886, *Kœhler* a traité synthétiquement le lieu $(P')_{\frac{1}{2}\pi}$, et M. *Taratte* a étudié analytiquement le lieu $(P)_{\frac{1}{2}\pi}$ (voir pp. 169 et 186).

L'extension du problème aux normales d'angle α est due à M. *J.-W. Tesch* de la Haye (voir *Wiskundige Opgaven*, t. II, p. 311).

M. Charles BERDELLÉ

Ancien Garde général des forêts, à Rioz (Haute-Saône).

CALCUL DIRECTIF. — RECTIFICATION IMPORTANTE. SURFACES DE RÉVOLUTION DE LA DROITE ET LEURS SECTIONS PLANES

— Séance du 19 septembre 1891 —

RECTIFICATION IMPORTANTE

Un même problème peut n'avoir qu'une solution ou deux, ou bien en avoir un bien plus grand nombre, selon la façon dont on le considère.

Ainsi, partager 20 billes entre 5 enfants n'a qu'une seule solution numérique, qui est :

$$\frac{20 \text{ billes}}{5} = 4 \text{ billes.}$$

Pourtant si un certain nombre de billes sont de couleurs différentes, il y aura un plus ou moins grand nombre de solutions différentes fournies par la théorie des combinaisons, permutations, etc.; mais toutes représentées par cette expression :

$$4 \text{ billes.}$$

Et alors il arrive, comme dans les expressions algébriques à radicaux, que deux quantités égales à une troisième ne soient cependant pas égales au sens le plus strict du mot; ainsi :

Billes blanche, jaune, rouge, verte = 4 billes.
Billes noire, bleue, violette, brune = 4 billes.

C'est ainsi que $\sqrt[4]{1} = \pm 1$ et $\sqrt[4]{1} = \pm \sqrt[2]{-1}$.

Sans que, pour cela, 1 ne soit égal à $\sqrt[2]{-1}$.

Mais ici se présente un autre phénomène qu'on n'a jamais regardé bien en face : c'est que $\sqrt[n]{1}$ qui, algébriquement, a n valeurs; qui en a autant dans la géométrie directive plane, en a une infinité dans la géométrie directive de l'espace.

Supposez un tableau noir dont le centre servira d'origine ou de point O

et tournant sur un pivot vertical passant par ce point O, pivot que nous considérons donc comme axe des quantités réelles. Prenez une des variantes du problème classique de l'équation du second degré, dans le genre des deux suivants :

Trouver deux lignes dont la résultante soit — 1 et le produit 1.

Trouver deux lignes dont la résultante soit 0 et le produit 1.

Le premier de ces problèmes nous fait trouver pour les deux solutions l'expression suivante :

$$-\frac{1}{2} \pm \sqrt{-1}\sqrt{\frac{3}{4}}$$

Pour en donner une représentation géométrique, Argand, Bellavitis, Vallès traceront un cercle de rayon 1, sur la moitié du rayon vertical descendant élèveront une perpendiculaire et joindront les points d'intersection avec le cercle au centre O par deux nouvelles droites qui seront les lignes cherchées.

Voici donc les deux solutions dans le plan ; pour prouver que dans l'espace il y a une infinité de couples de solutions conjuguées, je n'ai qu'à faire tourner le tableau noir autour de son pivot.

Argand et Vallès établissant trois unités directives principales perpendiculaires entre elles, et appelant la première 1, la seconde $\sqrt{-1}$, ont cru pouvoir désigner la troisième par $\sqrt{-1}^{\sqrt{-1}}$, ce que nous avons fait nous-mêmes dans nos précédentes communications sur cette matière (Nancy, Toulouse, Oran).

Ont-ils, avons-nous eu raison de le faire ?

D'une façon, oui : car si les valeurs de $\pm\sqrt{-1}$ sont par couples conjugués sur tout l'équateur, il est à supposer que celles de

$$(\pm\sqrt{-1})^{(\pm\sqrt{-1})}$$

sont dispersées par tétrades de valeurs conjuguées dans toute l'étendue de la sphère de rayon 1. Ainsi l'unité perpendiculaire au plan des 1 et des i sera une des valeurs de cette expression, aussi bien que celle trouvée par Euler dans le plan même des 1 et des i.

C'est une des valeurs en nombre infini : c'est en raison de cette indétermination qui va jusqu'à l'infini, *que nous avons eu tort* d'adopter $\sqrt{-1}^{\sqrt{-1}}$ ou son abréviation i^i comme expression de l'unité perpendiculaire à 1 et à i.

Voici comment il nous semble qu'on pourra résoudre la difficulté :

Au lieu de prendre soit le ramun $\surd$, soit la lettre i comme synonyme absolu de $\sqrt{-1}$, nous prendrons cette lettre i comme expression d'une valeur déterminée de $\sqrt{-1}$ qui en a une infinité. Supposons le tableau

ci-dessus fixé de manière à ne plus tourner autour de son axe; nous appellerons $+1$ l'unité verticale montante; $+i$ l'unité perpendiculaire à 1 dans le tableau (ou parallèlement au tableau), et allant de la droite à la gauche du spectateur; nous appellerons $+j$ l'unité perpendiculaire au tableau et dirigée du tableau vers le spectateur.

Les valeurs en nombre infini de $\pm\sqrt{-1}$ seront toutes renfermées dans cette formule

$$i\cos a + j\sin a.$$

Au moins toutes celles ayant un sens directif; car $\sqrt{-1}$ restera toujours symbole d'impossibilité, là où la direction n'a que faire... et même quelquefois dans le calcul directif.

Le meilleur moyen de prouver le mouvement est de marcher. Le meilleur moyen de prouver l'utilité d'une théorie, est de l'appliquer. C'est ce que nous allons faire.

Mais auparavant nous ferons une remarque qui nous sera utile dans la discussion des formules.

Le cercle de rayon a peut être rendu par une des deux formules suivantes :

$$a(\cos x + i\sin x) = y \pm i\sqrt{a^2 - y^2}.$$

Mais cette égalité n'est entièrement vraie qu'à la condition que y ne puisse varier qu'entre 0 et $\pm a$. Dans le cas contraire, le second membre de l'égalité, au lieu d'indiquer simplement un cercle comme le premier, indiquera un cercle traversé à son centre par une verticale infinie.

SURFACES DE RÉVOLUTION ENGENDRÉES PAR LA DROITE

Soit une droite dont la position est suffisamment indiquée par sa formule

$$x + ix\,\mathrm{tg\,B} + ja$$

Sa surface de révolution autour de la verticale passant par le point O sera :

$$x + i(x\,\mathrm{tg\,B}\cos\mathrm{Z} - a\sin\mathrm{Z}) + j(x\,\mathrm{tg\,B}\sin\mathrm{Z} + a\cos\mathrm{Z}).$$

La section verticale de cette surface a pour formule :

$$x \pm i\sqrt{(x\,\mathrm{tg\,B}\cos\mathrm{Z} - a\sin\mathrm{Z})^2 + (x\,\mathrm{tg\,B}\sin\mathrm{Z} + a\cos\mathrm{Z})^2}$$
$$= x \pm i\sqrt{x^2\,\mathrm{tg}^2\,\mathrm{B} + a^2}.$$

C'est l'expression d'une hyperbole; ce qui fait que cette surface de révolution est l'hyperboloïde à une nappe

$$x + i\cos\mathrm{Z}\sqrt{x^2\,\mathrm{tg}^2\,\mathrm{B} + a^2} + j\sin\mathrm{Z}\sqrt{x^2\,\mathrm{tg}^2\,\mathrm{B} + a^2}.$$

Nous laisserons au lecteur le soin de discuter cette formule qui renferme implicitement celles du cône et du cylindre de révolution de la droite verticale et du plan horizontal muni d'une lacune circulaire de rayon a.

SECTIONS PLANES DES SURFACES DE RÉVOLUTION DE LA DROITE

Nous ferons remarquer que, sauf la substitution de la lettre j à la notation i^i, nous maintenons les règles de calcul établies dans nos communications précédentes, notamment celles établies sur le principe qu'un axe ne change pas par rotation autour de lui-même.

Nous prendrons donc l'expression de l'hyperboloïde à une nappe et nous l'inclinerons d'un angle C vers l'axe des j, ce qui se fait en le multipliant par $\cos C + j \sin C$; puis nous le couperons par un plan vertical parallèle à l'axe des i à une distance d de l'origine O; pour cela, je résous l'équation triple obtenue en égalant l'hyperboloïde inclinée au plan.

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{\begin{array}{l} x \quad + i \cos Z \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2} + j \sin Z \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2} \\ \cos C \qquad\qquad\qquad\qquad + j \sin C \end{array}}{\begin{array}{l} x \cos C \qquad\qquad\qquad\qquad - \sin Z \sin C \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2} \\ \quad + i \cos Z \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2} \\ + j \,(x \sin C \qquad\qquad + \sin Z \cos C \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2}) \end{array}} \end{array}\right\} = \begin{cases} y \\ + iz \\ + jd \end{cases}$$

Cette équation se décompose en trois autres. Multiplions les membres de la première par sin C, ceux de la troisième par cos c et en additionnant membre à membre nous en tirerons (en supprimant la clef algébrique j)

$$x = d \sin c + y \cos c$$

$$x^2 = d^2 \sin^2 c + y^2 \cos^2 c + 2dy \sin c \cos c.$$

De même, multiplions les membres de la première équation par cos C, ceux de la troisième par sin C, et de ces deux nouvelles équations nous tirerons par soustraction (en supprimant encore j) :

$$\sin Z \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2} = d \cos C - y \sin C$$

$$\sin Z = \frac{d \cos C - y \sin C}{\sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2}}$$

$$\sin^2 Z = \frac{d^2 \cos^2 C - 2\, dy \cos C \sin C + y \sin^2 C}{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2}$$

D'où l'on tire enfin

$$\cos Z = \sqrt{\frac{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2 - d^2 \cos^2 C + 2\,dy \cos C \sin C - y \sin^2 C}{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2}}$$

En remplaçant x par sa valeur, et en ordonnant par rapport à y, on aura :

$$\cos Z \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 B + a^2}$$

$$= \sqrt{y^2 (\operatorname{tg}^2 B \cos^2 C - \sin^2 C) + y (2d \operatorname{tg}^2 B \sin C \cos C + 2d \sin C \cos C) + d^2 \operatorname{tg}^2 B \sin^2 C + a^2 + d^2 \cos^2 C}$$

En simplifiant encore, la section plane des surfaces de révolution de la droite aura pour expression :

$$y + i\sqrt{y^2 (\operatorname{tg}^2 B \cos^2 C - \sin^2 C) + y (2d \sec^2 B \sin C \cos C) + a^2 + d^2 (\operatorname{tg}^2 B \sin C - \cos^2 C)} + jd.$$

Cette expression, dans sa forme la plus générale, sera en même temps celle des sections planes de l'hyperboloïde à une nappe; on en tirera facilement, en annulant a, celle des sections coniques, en annulant B, celle des sections cylindriques; et en discutant chacune de ces formules d'après les diverses valeurs dont C est susceptible, on aura les formes que prendront ces expressions dans les cas particuliers les plus intéressants.

M. A. MATROT

Ingénieur en chef des Mines, à Paris.

SUR LE THÉORÈME DE BACHET

(APERÇU HISTORIQUE)

— *Séance du 19 septembre 1891* —

Le théorème de Bachet : « *Tout nombre entier est la somme de quatre carrés au plus* », tient dans la théorie des nombres une place considérable, non seulement par son importance propre, mais encore par l'influence qu'il a exercée sur le développement de la science. Ce théorème est, en effet, l'un de ceux dont la démonstration a coûté aux géomètres du XVIII^e^ siècle les plus longues et les plus laborieuses recherches. Si leurs efforts n'ont abouti que tardivement au résultat désiré, ils n'en ont été que plus féconds en découvertes précieuses : l'arithmologie moderne est sortie, en grande partie, sinon du théorème de Bachet, du moins des travaux entrepris pour en trouver la démonstration.

Ce théorème a été fréquemment désigné sous le nom de théorème de

Fermat ; mais les droits de paternité de Bachet ne peuvent faire aucun doute. En effet, comme le constate Lagrange (*), le théorème dont il s'agit se trouve énoncé dans le commentaire de Bachet sur l'Arithmétique de Diophante (**) (livre IV, question 31). Il est vrai que Bachet s'est contenté d'en vérifier l'exactitude par induction, en considérant successivement tous les entiers depuis 1 jusqu'à 325 ; il avoue expressément qu'il n'est pas parvenu à l'établir d'une manière générale et il ajoute « qu'il saura le plus grand gré à celui qui en fera connaître une démonstration rigoureuse, la proposition dont il s'agit paraissant supposée par Diophante, non seulement dans la question citée [31e du livre IV], mais encore dans plusieurs du livre V » (***).

La démonstration réclamée par Bachet avait été découverte par Fermat, comme le prouve une des plus précieuses annotations inscrites par ce dernier sur les marges de son Diophante. Fermat avait même trouvé cette merveilleuse généralisation du théorème de Bachet, que « tout nombre est : ou triangulaire, ou composé de deux ou trois triangulaires ; ou carré, ou composé de deux, trois ou quatre carrés ; ou pentagonal, ou composé de deux, trois, quatre ou cinq pentagonaux ; et ainsi de suite à l'infini, en modifiant l'énoncé suivant le nombre des côtés des polygones correspondant aux nombres employés ».

« Je ne puis », dit-il en terminant, « en donner ici la démonstration qui se déduit de propriétés nombreuses et diverses et des mystères les plus cachés des nombres : je compte consacrer à cet objet un ouvrage entier et étendre d'une manière surprenante cette partie de l'arithmétique bien au delà des bornes anciennement connues » (****).

Malheureusement le grand ouvrage annoncé par Fermat n'a jamais paru, et, dans tout ce qui nous reste de ses écrits, on ne trouve absolument rien qui puisse fournir la moindre lumière sur les considérations qui l'avaient conduit à la découverte et à la démonstration du théorème ci-dessus.

Les Observations ajoutées par Fermat au commentaire de Bachet sur Diophante furent publiées par son fils cinq ans après sa mort, en 1670.

A cette époque commençait pour la science des nombres une longue période de délaissement. Pendant les dernières années du XVIIe siècle et une grande partie du XVIIIe, l'attention des géomètres, absorbée par les applications des nouvelles méthodes de calcul, s'était complètement détournée de l'arithmétique. C'est ce que fait remarquer le *Sommaire* placé

(*) *Démonstration d'un théorème d'arithmétique* (Nouv. Mém. de l'Acad. de Berlin, 1770).

(**) Publié en 1621.

(***) Mihi sane perfecta id demonstratione assequi nondum licuit, quam qui proferat, maximas ei habebo gratias, præsertim cum non solum in hac quæstione, sed et in nonnullis libri quinti hoc supponere videatur Diophantus.

(****) Demonstrationem quæ ex multis variis et abstrusissimis numerorum mysteriis derivatur hic apponere non licet, opus enim et librum integrum huic operi destinare decrevimus et arithmeticen hac in parte ultra veteres et notos terminos mirum in modum promovere.

en tête du IV^e^ volume des *Nouveaux Commentaires de Pétersbourg* (1752-53) ; l'auteur de ce sommaire, après s'être efforcé de mettre en relief l'intérêt d'un mémoire d'Euler dont il sera question ci-après, termine par ces mots : « quoique, de nos jours, l'étude des propriétés des nombres semble complètement délaissée et même méprisée par la plupart des géomètres » (*).

Euler ne partageait pas l'indifférence et le dédain de ses contemporains pour la science des nombres. Au milieu de ses immenses travaux, qui embrassaient tout l'ensemble des mathématiques, il ne la perdait pas de vue, et, pendant sa longue carrière, il ne cessa jamais de travailler à l'enrichir de découvertes nouvelles et à réparer la perte des démonstrations de Fermat. Le théorème de Bachet paraît avoir été l'un des premiers et des plus constants objets de ses préoccupations. Procédant du simple au composé, il entreprit d'abord de démontrer le théorème de Fermat : « *Tout nombre premier de la forme* $4n+1$ *est une somme de deux carrés* ». Il n'y parvint qu'après de longues et pénibles recherches (**), dont il fit connaître les résultats dans deux mémoires intitulés : 1° *De numeris qui sunt aggregata duorum quadratorum;* 2° *Demonstratio theorematis Fermatiani omnem numerum primum formæ* $4n+1$ *esse summam duorum quadratorum.*

Le premier de ces deux mémoires, rédigé en mars 1749, fut inséré dans le tome IV des *Nouveaux Commentaires de Pétersbourg* (1752-53) ; le second, rédigé de juillet à septembre 1751, parut dans le tome V du même recueil (1754-55).

En 1749, Euler n'avait pas encore réussi à démontrer le théorème de Fermat ; néanmoins, le premier des deux mémoires précités renferme un grand nombre de résultats importants et notamment la démonstration de cette proposition : *Tout diviseur de deux carrés premiers entre eux est aussi une somme de deux carrés.* Il ne restait donc plus qu'à prouver que *tout nombre premier de la forme* $4n+1$ *divise une somme de deux carrés premiers entre eux.* C'est cette dernière proposition qui a le plus longtemps arrêté Euler. Il ne parvint à la démontrer qu'en 1751, dans le second des deux mémoires cités plus haut. Voici l'analyse de sa démonstration :

p étant un nombre premier de la forme $4n+1$, soient a et b $(a > b)$ deux entiers non divisibles par p et premiers entre eux. On a, en vertu du théorème de Fermat antérieurement démontré par Euler :

$$a^{p-1} - 1 = a^{4n} - 1 = \mathfrak{M}.p,$$

$$b^{p-1} - 1 = b^{4n} - 1 = \mathfrak{M}.p.$$

(*) Quanquam, nostro ævo, hoc studium quod in numerorum natura investiganda consumitur, plane derelictum atque adeo a plerisque spretum videatur.

(**) « In ejus demonstratione investiganda multum diuque desudasse videtur », *dit le Sommaire du tome IV des* Nouveaux Commentaires de Pétersbourg.

« Multum in demonstratione eruenda frustra laboravi », *dit Euler lui-même dans son mémoire de 1749.*

De là résulte :

$$a^{4n} - b^{4n} = \mathfrak{M}.p$$

$$(a^{2n} + b^{2n})(a^{2n} - b^{2n}) = \mathfrak{M}.p$$

p divise donc nécessairement l'un des deux facteurs $a^{2n} + b^{2n}$, $a^{2n} - b^{2n}$. Il ne saurait, d'ailleurs, les diviser tous les deux, car alors il diviserait a^{2n} et b^{2n}, et par suite a et b, contrairement à l'hypothèse. Si l'on peut faire en sorte que $a^{2n} - b^{2n}$ ne soit pas divisible par p, il s'ensuivra que p divise $a^{2n} + b^{2n}$, c'est-à-dire une somme de deux carrés premiers entre eux.

Considérons la suite des $p - 1$ entiers inférieurs à p. Je dis qu'on peut toujours en trouver deux consécutifs et par conséquent premiers entre eux, a et b $(a > b)$, tels que $a^{2n} - b^{2n}$ ne soit pas divisible par p. En effet, s'il en était autrement, toutes les différences premières de la suite 1^{2n}, 2^{2n}, 3^{2n}, ..., $(p-1)^{2n}$ seraient divisibles par p, et il en serait de même de toutes les différences secondes, troisièmes, et ainsi de suite, jusqu'aux différences d'ordre $2n$, qui sont constantes et égales à $1.2.3...(2n)$. Mais p étant premier absolu et $> 2n$ ne saurait diviser le produit $1.2.3...(2n)$. Donc il est impossible que toutes les différences premières soient divisibles par p, et par conséquent on peut toujours trouver deux entiers, a et b, premiers entre eux et tels que $a^{2n} + b^{2n}$ soit divisible par p (*).

Après avoir donné la démonstration annoncée par le titre de son mémoire, Euler y ajoute, sans titre spécial, une longue dissertation dans laquelle il pose les bases de la théorie des résidus quadratiques et en déduit, soit des propriétés nouvelles des nombres, soit des démonstrations nouvelles de propriétés déjà connues. Enfin, il aborde le théorème dont la démonstration est manifestement le but final de ses recherches, c'est-à-dire le théorème de Bachet, qu'il appelle théorème de Fermat. Il avoue expressément, à plusieurs reprises, qu'il n'a pas encore pu en trouver une démonstration rigoureuse. Il parvient seulement, à la fin de son mémoire, à démontrer que *tout nombre entier ou fractionnaire est la somme de quatre (ou de moins de quatre) carrés entiers ou frac-*

(*) Dans son mémoire de 1751 (*Demonstratio theorematis Fermatiani, etc.*), Euler ne connaît encore qu'imparfaitement le *criterium* (ou *caractère quadratique*) auquel on a donné son nom. Il établit que tout résidu quadratique a d'un module premier p satisfait à la relation : $a^{\frac{p-1}{2}} - 1 = \mathfrak{M}.p$; mais il n'a pas encore réussi à démontrer la réciproque. Il est évident que s'il avait été en possession de cette démonstration, il en aurait immédiatement déduit ce qu'il cherchait depuis si longtemps. Soit, en effet, p un nombre premier de la forme $4n + 1$. Supposons démontré que tout entier a qui satisfait à la relation $a^{\frac{p-1}{2}} - 1 = \mathfrak{M}.p$, est résidu de p. On a évidemment $(p-1)^{\frac{p-1}{2}} = (p-1)^{2n} = \mathfrak{M}.p + 1$, ou $(p-1)^{\frac{p-1}{2}} - 1 = \mathfrak{M}.p$. Donc $p - 1$ est résidu de p, et l'on peut écrire : $A^2 = \mathfrak{M}.p + p - 1 = \mathfrak{M}.p - 1$, ou $A^2 + 1 = \mathfrak{M}.p$: p divise donc une somme de deux carrés premiers entre eux.

tionnaires. Il reste donc à prouver, ce qu'Euler déclare n'avoir encore pu faire, qu'*un entier ne peut se décomposer en quatre carrés fractionnaires que s'il est décomposable en quatre carrés entiers*.

En lisant les deux mémoires d'Euler dont je viens de parler, on est parfois surpris de voir ce génie si perspicace passer à côté de solutions ou de démonstrations qui semblent presque évidentes; mais il ne faut pas oublier qu'à cette époque l'arithmétique était encore dans le chaos et que, selon l'énergique expression du Sommaire du tome V des *Nouveaux Commentaires de Pétersbourg*, « les mystérieuses propriétés des nombres ne pouvaient être aperçues qu'à travers les ténèbres » (*). Si ces ténèbres sont aujourd'hui en partie dissipées, c'est surtout à Euler que nous en sommes redevables.

Bien qu'Euler n'eût pas réussi à démontrer complètement le théorème de Bachet, son mémoire de 1751 n'en avait pas moins fait faire un grand pas à la solution du problème. C'est ce que Lagrange n'a pas hésité à reconnaître. « Si », dit-il (**), « le travail de M. Euler n'a pas eu tout le succès qu'on pourrait désirer, on lui a du moins l'obligation d'avoir ouvert la route qu'il faut suivre dans ces sortes de recherches... M. Euler fait voir que le produit de deux, ou de plusieurs nombres, dont chacun serait composé de quatre carrés entiers, sera aussi toujours composé de quatre, ou d'un moindre nombre de carrés entiers; d'où il suit d'abord que, si le théorème proposé peut être démontré pour tous les nombres premiers, il le sera aussi pour tous les autres nombres. M. Euler démontre, de plus, qu'un nombre premier quelconque étant proposé, on peut toujours trouver deux ou trois nombres carrés dont la somme soit divisible par ce nombre sans que chacun des carrés en particulier le soit, et que ces nombres carrés peuvent toujours être supposés tels que le quotient de la division de leur somme par le nombre premier donné soit moindre que ce même nombre. De là M. Euler conclut, avec raison, que le théorème en question serait démontré pour tous les nombres premiers si l'on pouvait seulement démontrer cette autre proposition, que lorsque le produit de deux nombres est la somme de quatre ou d'un moindre nombre de carrés et que l'un des nombres produisants est pareillement la somme de quatre ou d'un moindre nombre de carrés, l'autre produisant le sera de même...

» C'est donc », ajoute Lagrange, « cette dernière proposition seule qu'il s'agit de démontrer. Or, pour cela, nous n'aurons pas besoin de supposer que le diviseur soit aussi représenté par la somme de quatre carrés, et nous démontrerons, en général, que tout nombre premier qui est diviseur

(*) Abscondita numerorum arcana..., quæ etiamnum, non nisi quasi per tenebras, contemplari licet.

(**) Démonstration d'un théorème d'arithmétique (*Nouv. Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1770).

d'un nombre quelconque composé de quatre ou d'un nombre moindre de carrés, sans l'être de chacun des carrés en particulier, est nécessairement composé aussi de quatre ou d'un moindre nombre de carrés; après quoi, il n'y aura plus rien à désirer pour la démonstration complète du théorème général de Bachet. »

Le mémoire auquel est empruntée la citation précédente contient, en effet, la première démonstration rigoureuse qui ait été publiée du théorème de Bachet : un siècle entier (1670-1770) sépare sa publication de celle des Observations de Fermat sur Diophante.

Euler ne vit pas. sans un certain chagrin, assurément fort légitime, son jeune successeur à l'Académie de Berlin (*) lui ravir la priorité dans la démonstration d'un théorème auquel il avait, depuis trente ans, consacré de si persévérants efforts. Néanmoins, dans son dernier mémoire sur le même sujet, rédigé en 1772 *(Novæ demonstrationes circa resolutionem numerorum in quadrata)* (**), il rend pleinement hommage à la *solidité* et à la *rigueur* des démonstrations de Lagrange; il se borne à faire remarquer « qu'elles sont tirées de trop loin et que les fondements sur lesquels elles reposent sont enveloppés d'une épaisse obscurité, de sorte qu'il reste permis de souhaiter des démonstrations plus claires et plus faciles à saisir ». Il se hâte, d'ailleurs, d'ajouter que « ce desideratum ne doit rien enlever aux très grands éloges que méritent les démonstrations de Lagrange » (***).

Après avoir analysé le mémoire de Lagrange. Euler expose les démonstrations nouvelles auxquelles l'ont conduit ses dernières méditations. Il traite d'abord des nombres décomposables en deux carrés ($a^2 + b^2$), en un carré augmenté d'un double carré ($a^2 + 2b^2$) ou en un carré augmenté d'un triple carré ($a^2 + 3b^2$). Puis il reprend intégralement la démonstration du théorème de Bachet, qu'il ramène à celle des trois propositions suivantes :

I. — « *Le produit de deux ou plusieurs nombres égaux chacun à une somme de quatre carrés est lui-même une somme de quatre carrés.* »

II. — « *Tout entier qui divise une somme de quatre carrés, sans diviser séparément chacun d'eux, est lui-même une somme de quatre carrés.* »

III. — « *Étant donné un nombre premier* N, *on peut toujours d'une infinité de manières trouver quatre ou même trois carrés dont la somme soit divisible par* N, *sans que chacun d'eux le soit séparément.* »

Il est évident que, ces trois propositions une fois démontrées, le théo-

(*) De vingt-neuf ans plus jeune qu'Euler, Lagrange l'avait remplacé en 1766 dans les fonctions de directeur de l'Académie de Berlin.

(**) Ce mémoire fut inséré d'abord dans les *Acta Erudit. Lips.* (1773), puis dans les *Acta Acad. Petropolit.* (1777).

(***) Quamvis omnino nefas esset, quicquam contra soliditatem et rigorem harum demonstrationum excipere, tamen nemo negabit eas nimis longe esse repetitas neque ipsa fundamenta et rationes singulorum ratiociniorum, quibus hæ demonstrationes sint compositæ, haud levi obscuritate esse involutas, ita ut etiamnunc merito clariores et perceptu faciliores demonstrationes desiderare liceat. Quo quidem desiderio summæ laudi, quam istæ demonstrationes merentur, nihil detrahi est censendum.

rème de Bachet s'en déduit comme un simple corollaire : en effet, il résulte des propositions II et III que tout nombre premier est une somme de quatre carrés, et on voit, par la proposition I, qu'il en est de même d'un entier quelconque.

Malgré quelques imperfections de détail, qu'il est, d'ailleurs, facile de corriger, la nouvelle démonstration d'Euler nous semble de beaucoup préférable à celle de Lagrange : elle est incomparablement plus limpide, et, comme nous l'avons montré dans notre communication de l'année dernière au Congrès de Limoges, il suffit, pour la rendre complètement élémentaire, de modifier la démonstration de la proposition III, de manière à réduire aux proportions d'un simple lemme l'emprunt fait à la théorie des résidus quadratiques. Sous la forme qui lui a été donnée dans notre dernière note *(Journ. de Mathém. élément. de M. de Longchamps, août 1891)*, la démonstration du théorème de Bachet par la méthode d'Euler nous semble avoir atteint toute la rigueur et la brièveté désirables (*). La perte de la démonstration de Fermat n'en est pas moins, comme le disait Euler dans le scholie final de son mémoire de 1772, profondément déplorable. Peut-être cette démonstration n'était-elle pas aussi simple que le supposait Euler ; les expressions de Fermat ci-dessus reproduites *(multis variis et abstrusissimis numerorum mysteriis)* ne semblent pas, en effet, indiquer un procédé très direct et très rapide. Mais ce qui paraît hors de doute, c'est que la démonstration de Fermat était beaucoup plus générale que celles de Lagrange et d'Euler, et qu'elle reposait sur des principes tout différents, puisque, comme le fait remarquer le scholie précité, Fermat « assure qu'il avait puisé à la même source le moyen de prouver que tout nombre entier est une somme de trois (ou de moins de trois) triangulaires, de cinq (ou de moins de cinq) pentagonaux, et ainsi de suite; tandis que », ajoute Euler, « notre démonstration est très loin d'avoir cette généralité, et que maintenant encore nous ne savons par démontrer que tout entier est la somme de trois ou de moins de trois triangulaires (**) » (***).

(*) Voir également notre brochure intitulée : *Démonstration élémentaire du théorème de Bachet* (Paris, Nony, rue des Écoles, 17). Dans cette brochure, nous avons affranchi la démonstration du théorème de Bachet de la considération des nombres négatifs, de manière à lui permettre de prendre place dans le cadre ordinaire des cours élémentaires d'arithmétique.

(**) Nullum plane est dubium, quin Fermatii demonstratio multo simplicior et generalior fuerit quam istæ, quæ nunc demum lucem aspexerunt. Quantum enim ex ejus monimentis suspicari licet, ex principiis longe diversis demonstrationem suam petiisse videtur, quandoquidem se asseverat ex eodem fonte demonstrasse : quod omnes plane numeri sint summæ numerorum vel trium trigonalium vel pauciorum; tum etiam summæ quinque pentagonalium aut pauciorum..., et ita porro, a qua generalitate nostra determinatio longissime abest. Atque etiamnunc demonstrationem ignoramus, quod omnis numerus sit summa trium vel pauciorum trigonalium.

(***) On sait que la première partie du théorème de Fermat, concernant les nombres triangulaires, a été démontrée par Gauss *(Disquisit. arithm.)*, et que les parties relatives aux nombres pentagonaux, hexagonaux, etc., l'ont été par Cauchy.

M. GUILLEMOT

Mécanicien, à Paris.

MIRE INDÉPENDANTE DE LA TEMPÉRATURE

— Séance du 19 septembre 1891 —

J'ai présenté à l'Association française pour l'avancement des sciences, au Congrès de Limoges (t. XIX, p. 273), un appareil pour la mesure précise des longueurs indépendant des variations de température.

La mire parlante que j'ai l'honneur de présenter au Congrès de Marseille est l'application du même principe au nivellement; de ce fait, soit dans la mesure directe des hauteurs, soit dans la comparaison des instruments, il n'est pas besoin de tenir compte des différences de dilatation.

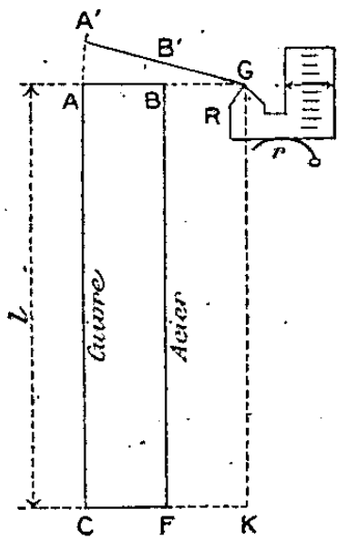


Fig. 1.

Principe. — Soient deux règles parallèles, l'une AC *(fig. 1)* en cuivre, l'autre BF en acier qui, à une même température, quelconque d'ailleurs, aient une même longueur l. Ces deux règles sont fixées à leur partie inférieure à une même pièce CF, perpendiculaire à AC.

Si la température s'élève de $t°$, les règles vont se dilater inégalement. (La règle de cuivre d'une quantité AA′ environ double de la dilatation BB′ de l'acier.)

Prolongeons A′B′ et AB, se rencontrant en G, on a :

$$\frac{GB}{GA} = \frac{BB'}{AA'} = \frac{l\alpha t}{l\alpha' l} = \frac{\alpha}{\alpha'} = \text{constante.}$$

A′B′ passe par un point fixe G, quelle que soit la température.

Si un butoir R, correspondant à un trait de la mire, est assujetti à se mouvoir sur la parallèle GK; si, d'autre part, il est sollicité de bas en haut par un ressort r, il sera maintenu dans une position fixe par la droite A′B′ et le trait de la mire restera à une distance l de CF et cela quelle que soit la température.

Appareil. — Les règles AC *(fig. 2)* en cuivre et BF en acier ont même largeur et même épaisseur; elles sont maintenues contre un montant M en bois ou en métal et fixées à leur partie inférieure à une même pièce de

bronze; des glissières P leur permettent de s'allonger tout en restant parallèles.

Ces deux règles, placées l'une sur l'autre de manière à avoir la même température, ont été, sur ma machine à diviser corrigée, munies d'entailles de cinq en cinq centimètres (v, v', v'' ... w, w', w'' ...)

Les réglettes (ELG, E'L'G' ...) munies de saillants (S, S' ...) qui s'engagent dans les entailles susdites, sont sollicitées par les ressorts (R, R' ...) à s'appuyer contre la partie inférieure des entailles des règles.

La mire divisée en fractions de cinq centimètres (165, 170, 175 ...) est fixée à une même glissière KD qui porte les butoirs (H, H' ...). Ces butoirs correspondent aux traits (165, 170, 175 ...). Ces butoirs, dont la forme est un tranchant arrondi, doivent se mouvoir sur une certaine parallèle donnée aux règles: la glissière est disposée ainsi. De plus, des ressorts (T, T' ...) les sollicitent de bas en haut et les font appuyer contre les règles EG, E'G'. Ces dispositions réalisent les conditions recherchées.

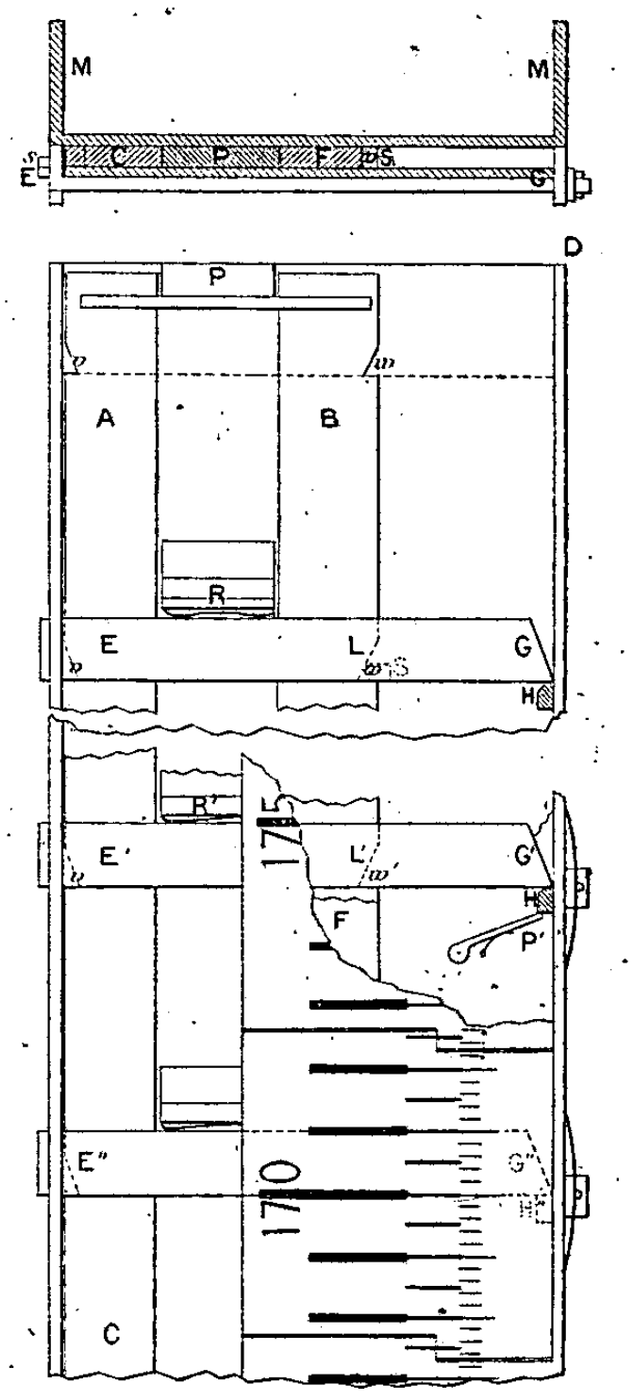


Fig. 2.

Les lectures (125, 130, 135 ...) sont justes. Les lectures intermédiaires sont entachées de l'erreur provenant de la dilatation de la mire (deux centimètres et demi *au plus*). Cette erreur est négligeable et peut être rendue plus petite en multipliant les entailles. L'intervalle entre deux fractions de la mire sera d'un demi-millimètre au plus.

Pour que les réglettes EG passent par des points fixes, il faut qu'elles s'appuient en des points fixes des règles de cuivre et d'acier : on y arrive en donnant aux entailles une forme particulière *(fig. 3)*. Les règles EG ... pouvant glisser sur les entailles, pourront être reliées aux butoirs de mire par des centres. On pourrait même s'arranger pour qu'il n'y ait qu'un seul appareil formé de la réglette EG et d'une mire de cinq centimètres, cet appareil étant mobile tout le long de la mire.

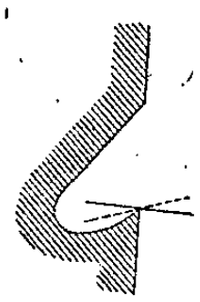


Fig. 3.

M. Eugène CATALAN

Ancien Élève de l'École Polytechnique, Professeur émérite à l'Université de Liège.

DIVERSES NOTES D'ARITHMÉTIQUE

— Séance du 19 septembre 1891 —

I

COMPLÉMENT A LA FORMULE DE M. LE LASSEUR

1. — Cette formule est :

$$2^{4k+2} + 1 = (2^{2k+1} + 2^{k+1} + 1)(2^{2k+1} - 2^{k+1} + 1). \qquad (1)\ (*)$$

2. — Si $2k + 1$ n'est pas premier, ce nombre égale nn', n et n' étant *impairs*. Le premier membre dé l'égalité (1), savoir, $2^{2nn'} + 1$ est divisible par $2^{2n} + 1$ et par $2^{2n'} + 1$. Le premier quotient égale :

$$2^{2n(n'-1)} - 2^{2n(n'-2)} + 2^{2n(n'-3)} - \ldots + 1.$$

Le second :

$$2^{2n'(n-1)} - 2^{2n'(n-2)} + 2^{2n'(n-3)} - \ldots + 1.$$

Ainsi, dans ce cas,

$$2^{2nn'} + 1 = (2^{2n} + 1)[2^{2n(n'-1)} - 2^{2n(n'-2)} + \ldots + 1], \qquad (2)$$

$$2^{2nn'} + 1 = (2^{2n'} + 1)[2^{2n'(n-1)} - 2^{2n'(n-2)} + \ldots + 1]. \qquad (3)$$

3. — *Application.* — Soit $4k + 2 = 66$, ou $2k + 1 = 33$.

On a : $$n = 3,\ n' = 11\ ;$$

(*) Au Congrès de Reims, j'ai fait observer qu'elle résulte, immédiatement, de l'identité :

$$x^4 + 2px^2 + q^2 = [x^2 + x\sqrt{2(q-p)} + q][x^2 - x\sqrt{2(q-p)} + q],$$

connue depuis 1848. (Voir les *Mélanges mathématiques*, tome II, p. 266.)

puis : $$2^{66}+1=(2^6+1)[2^{60}-2^{54}+2^{48}-2^{42}+2^{36}-2^{30}+2^{24}-2^{18}+2^{12}-2^6+1],$$

$$2^{66}+1=(2^{22}+1)[2^{44}-2^{22}+1],$$

$$2^{66}+1=(2^{33}+2^{17}+1)(2^{33}-2^{17}+1).$$

4. — *Remarques* I. — Chacun des trinômes

$$2^{33}+2^{17}+1,\quad 2^{33}-2^{17}+1$$

est la *somme de deux carrés;* etc. (*).

II. — *Le cube de* $3^{2k+1}=1$, *augmenté de* 1, *est décomposable en trois facteurs entiers;* etc. (*).

III. — Dans l'application précédente, les binômes 2^6+1, $2^{22}+1$, sont divisibles par $2^2+1=5$. Supprimant ce facteur commun, on a donc :

$$(2^4-2^2+1)(2^{60}-2^{54}+2^{48}-\ldots-2^6+1)$$
$$=(2^{20}-2^{18}+2^{16}-\ldots-2^2+1)(2^{44}-2^{22}+1)\ (**).$$

II

SUR DES SOMMES DE TROIS CARRÉS

5. — On a, identiquement,

$$6[1+3(a^2+ab+b^2-a-b)]=$$
$$(3a-1)^2+(3b-1)^2+(3a+3b-2)^2; \qquad (4)$$

ou, en posant :

$$A=3a-1,\qquad B=3b-1,\qquad C=A+B: \qquad (5)$$

$$6[1+3(a^2+ab+b^2-a-b)]=A^2+B^2+C^2. \qquad (6)$$

Cette relation peut être remplacée par une autre, plus simple.

En effet,

$$A^2+B^2+C^2=18a^2+18ab+18b^2-18a-18b+6$$
$$=3[6a^2+6ab+6b^2-6a-6b+2],$$

ou :

$$A^2+B^2+C^2=3[(a+2b-1)^2+(b+2a-1)^2+(a-b)^2]. \qquad (7)$$

(*) *Loc. cit.*, p. 267.

(**) Il est clair que l'on pourrait généraliser ces résultats.

Donc, si nous faisons :

$$A' = a + 2b - 1, \quad B' = b + 2a - 1, \quad C' = B' - A', \quad (8)$$

nous aurons, au lieu de l'identité (4) :

$$2[1 + 3(a^2 + ab + b^2 - a - b)] = A'^2 + B'^2 + C'^2. \quad (9)$$

Si a, b sont des quantités numériques, entières, le second membre de cette égalité (9) est, *ordinairement, la somme de trois carrés.*

6. — *Remarque.* — Il y a exception si $a = b$, à cause de $C' = 0$.

Il y a exception, encore, si $a = 1$, $b = 0$, ou inversement. On a donc ce théorème d'arithmétique :

Si a, b *sont des nombres entiers, inégaux* (et dont aucun n'est nul), *la quantité* $2[1 + 3(a^2 + ab + b^2 - a - b)]$ *est la somme de trois carrés.* En même temps, *le triple de cette somme de trois carrés est la somme de trois carrés* (*).

7. — *Application.* — Soient $a = 5$, $b = 7$. Alors

$$A = 14, \quad B = 20, \quad C = 34, \quad A' = 18, \quad B' = 16, \quad C' = -2;$$

puis : $2[3(25 + 35 + 49 - 5 - 7) + 1] = 18^2 + 16^2 + 2^2,$

$$6[3(25 + 35 + 49 - 5 - 7) + 1] = 14^2 + 20^2 + 34^2;$$

ou :

$$2 \cdot 292 = 324 + 256 + 4,$$

$$6 \cdot 292 = 196 + 400 + 1156;$$

ce qui est exact.

8. — Dans l'égalité (6), supposons que a, b soient des nombres entiers quelconques (même nuls). Nous avons cet autre théorème :

Le sextuple du nombre entier

$$3(a^2 + ab + b^2 - a - b) + 1$$

est toujours la somme de trois carrés.

9. — *Remarque.* — Des égalités précédentes, on en conclut une autre, que l'on peut écrire ainsi :

$$3[x^2 + y^2 + (x + y)^2] = (x + 2y)^2 + (2x + y)^2 + (x - y)^2, \quad (10)$$

ou sous cette autre forme : (11)

$$[x^2 + y^2 + (x + y)^2](1^2 + 1^2 + 1^2) = (x + 2y)^2 + (2x + y)^2 + (x - y)^2;$$

x, y étant des quantités quelconques (**).

(*) A cause des égalités (6), (9). Ce petit théorème paraîtra, peut-être, digne de remarque, si l'on se rappelle que *le produit d'une somme de trois carrés, par une somme de trois carrés, n'est pas toujours une somme de trois carrés.*

(**) Voici donc une suite de produits, égaux, chacun, à la somme de trois carrés, et dans lesquels les deux facteurs sont, chacun aussi, égaux à la somme de trois carrés.

10. — *Autre identité.* Dans le tome II des *Mélanges mathématiques*, j'ai démontré que, *si l'on suppose :*

$$x'x'' + y'y'' + z'z'' = 1, \tag{12}$$

$$\left.\begin{aligned} x &= x' - x''(x'^2 + y'^2 + z'^2), \\ y &= y' - y''(x'^2 + y'^2 + z'^2), \\ z &= z' - z''(x'^2 + y'^2 + z'^2); \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

on a :

$$\begin{aligned}(x^2 + y^2 + z^2)(x'^2 + y'^2 + z'^2) = \\ [(yz'' - zy'')^2 + (zx'' - xz'')^2 + (xy'' - yz'')^2].\end{aligned} \tag{14}$$

Ainsi, dans ce cas, *le produit d'une somme de trois carrés, par une somme de trois carrés, est une somme de trois carrés* (*).

11. — Au lieu de la démonstration donnée à l'endroit cité (laquelle laisse à désirer), on peut employer celle qui suit :

Soient, pour abréger :

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = \mathrm{A}, \tag{15}$$

$$x''^2 + y''^2 + z''^2 = \mathrm{B}. \tag{16}$$

Les formules (13) deviennent :

$$x = x' - \mathrm{A}x'', \quad y = y' - \mathrm{A}y'', \quad z = z' - \mathrm{A}z''. \tag{17}$$

Il résulte, de celles-ci :

$$\left.\begin{aligned} yz'' - zy'' &= (y' - \mathrm{A}y'')z'' - (z' - \mathrm{A}z'')y'' = y'z'' - z'y'', \\ zx'' - xz'' &= z'x'' - x'z'', \qquad xy'' - yx'' = x'y'' - y'x''. \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

L'identité (14), qu'il s'agit d'établir, est donc, à cause des formules (12), (13) :

$$\mathrm{A} - 2\mathrm{A} + \mathrm{A}^2\mathrm{B} = \mathrm{A}\sum(y'z'' - z'y'')^2,$$

ou :

$$-1 + \mathrm{AB} = \sum(y'z'' - z'y'')^2;$$

ou, par la condition (12) :

$$\begin{aligned}(x'^2 + y'^2 + z'^2)(x''^2 + y''^2 + z''^2) - x'x'' + y\,y'' + z'z'')^2 \\ = \sum(y'z'' - z'y'')^2,\end{aligned}$$

identité évidente et connue.

(*) Les trois binômes sont supposés différents de zéro.

12. — *Application.* — Soient :

$$x' = 4, \qquad y' = 5, \qquad z' = 6,$$
$$x = 13, \qquad y'' = -9, \quad z'' = -1;$$

valeurs qui satisfont à la condition énoncée.

Il en résulte : $\mathrm{A} = 16 + 25 + 36 = 77;$

puis :

$$x = 4 - 77 \cdot 13 = -997, \quad y'z'' - z'y'' = -5 + 54 = 49,$$
$$y = 5 + 77 \cdot 9 = 698, \quad z'x'' - x'z'' = 6 \cdot 13 + 4 = 82,$$
$$z = 6 + 77 = 83, \quad x'y'' - y'x'' = -36 - 65 = -101.$$

On doit donc trouver :

$$(4^2 + 5^2 + 6^2)(49^2 + 82^2 + 101^2) = 977^2 + 698^2 + 83^2,$$

ou : $77(2401 + 6724 + 10201) = 994009 + 487204 - 6889,$

ou encore : $77 \times 19326 = 1\,488\,102,$

ou enfin : $11 \times 9663 = 106293;$

ce qui est exact.

III

SOLUTION D'UN PROBLÈME

13. — *Trouver un nombre impair*, N, *tel que :* 1° $\frac{\mathrm{N}+1}{2}$ *soit la somme de quatre carrés;* 2° $\left(\frac{\mathrm{N}+1}{2}\right)^2$ *soit la somme de trois carrés.*

Il suffit de prendre $\mathrm{N} = 8a^2 + 5$, de manière que tous les facteurs premiers, de N, aient la forme $4\mu + 1$.

On a, identiquement,

$$8a^2 + 5 = (4a^2 + 3)^2 - (4a^2 + 2)^2. \qquad (19)$$

Par suite, et d'après une propriété connue,

$$(4a^2 + 3)^2 = (4a^2 + 2)^2 - b^2 - c^2; \qquad (20)$$

b^2 et c^2 étant les carrés dont la somme est N.

Cette égalité est la même chose que

$$\left(\frac{\mathrm{N}+1}{2}\right)^2 = (4a^2 + 2)^2 + b^2 + c^2. \qquad (21)$$

D'un autre côté,

$$\frac{\mathrm{N}+1}{2} = 4a^2 + 3 = (2a)^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2. \qquad (22)$$

Le nombre N, choisi comme il a été dit, satisfait donc aux conditions données.

14. — *Applications.* — 1° $a = 1$; d'où $N = 13 = 2^2 + 3^2$. De là résultent :

$$\frac{N+1}{2} = 7 = 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2,$$

$$\left(\frac{N+1}{2}\right)^2 = 49 = 6^2 + 2^2 + 3^2.$$

2° $a = 12$; $N = 8 \cdot 144 + 5 = 1\,157 = 13 \times 89 = 14^2 + 31^2$
$= 34^2 + 1^2$;

puis : $$\frac{N+1}{2} = 579 = 24^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2,$$

$$\left(\frac{N+1}{2}\right)^2 = 578^2 + 14^2 + 31^2 = 578^2 + 34^2 + 1^2.$$

15. — *Remarques.* I. — Le nombre N, égal à $(4a^2 + 3)^2 - (4a^2 + 2)^2$, *est* donc *la différence de deux carrés consécutifs.*

II. — $N = 8a^2 + 5 = (2a)^2 + (2a)^2 + 2^2 + 1^2$, *est la somme de quatre carrés.*

III. — De $N = b^2 + c^2$, ou $N + 1 = b^2 + c^2 + 1$, on conclut, par un théorème connu (*), que $(N+1)^2$ *est la somme de trois carrés.*

IV. — $N + 3$ est un multiple de 8. Donc, par un autre théorème connu (**), $N + 3$ *est la somme de huit carrés impairs.*

16. — Théorème (***). — *Si* $8a^2 + 5$ *est un nombre premier*, p :

1° p, *somme de quatre carrés, est une somme de deux carrés ;*

2° $\frac{p+1}{2}$ *est une somme de quatre carrés ;*

3° $\left(\frac{p+1}{2}\right)^2$ *est une somme de trois carrés ;*

4° $(p+1)^2$ *est une somme de trois carrés ;*

5° $p + 3$ *est la somme de huit carrés impairs.*

17. — *Exemple.* — Soit $a = 7$.

Alors $$8a^2 + 5 = 8 \cdot 49 + 5 = 397 = p.$$

On trouve :

$$p = 14^2 + 14^2 + 2^2 + 1^2 = 29^2 + 6^2 ;$$

$$\frac{p+1}{2} = 199 = 14^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 ;$$

(*) *Mémoire sur certaines décompositions en carrés*, p. 9. Du reste, cette propriété résulte de l'égalité (22).

(**) *Recherches sur quelques produits indéfinis*, p. 100.

(***) Résumé de ce qui précède.

$$\left(\frac{p+1}{2}\right)^2 = 39\,601 = 198^2 + 29^2 + 6^2;$$

$$(p+1)^2 = 158\,404 = 396^2 + 38^2 + 12^2;$$

$$p + 3 = 400 = 19^2 + 5^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2.$$

IV

RAPPEL D'ANCIENS THÉORÈMES.

18. — I. — *Si un nombre impair*, N, *est la somme de deux carrés*, $\frac{N-1}{4}$ *est la somme de deux nombres triangulaires ; et réciproquement.* (*Recherches* ..., p. 94.)

II. — *Le quadruple de tout nombre impair est la somme de quatre carrés impairs* (*). (*Recherches* ...., p. 99.)

III. — *Tout multiple de* 8 *est la somme de huit carrés impairs.* (*Recherches* ..., p. 100.)

IV. — *Le triple de tout carré impair est la somme de trois carrés; ayant la forme* $(6\mu \pm 1)^2$ *Recherches* ..., p. 108.) (**).

V. — *Le sextuple de tout carré impair est la somme de trois carrés.* (*Recherches* ..., p. 108.)

VI. — *Si un nombre premier*, p, *n'est pas la somme de deux carrés*, p^2 *égale la somme de trois carrés.* (*Recherches*, ..., p. 111.)

VII. — n *étant un nombre entier, autre que zéro*, $12n + 1$ *est la somme de deux carrés* (***).

VIII. — *Si le carré d'un nombre entier est la somme de deux carrés consécutifs, ce nombre entier, égal à la somme de deux carrés, est égal, aussi, à la somme de trois carrés, dont deux, au moins, sont consécutifs* (****).

IX. — a, b, c. n *étant des nombres entiers, le nombre*

$$4a\left[(a+c)^{2n-1} + (a-c)^{2n-1}\right]$$

est la somme de quatre carrés, dont deux sont égaux, et dont les deux autres sont divisibles par b^2. (*Notes sur la Théorie* ..., p. 33.)

X. — *Toute puissance, entière et positive, d'une somme de trois carrés,*

(*) Cette proposition est énoncée, par Legendre, d'une manière un peu différente.

(**) On lit, dans la *Théorie des Nombres*, de Legendre (tome I, p. 393) : « *Tout nombre impair*, excepté seulement les nombres $8n+7$, *est la somme de trois carrés* »; mais cet énoncé suppose qu'une partie des carrés peut être nulle. Dans le petit Mémoire actuel, nous n'adoptons pas ce *sous-entendu*.

(***) Cet énoncé suppose que $12n + 1$ *n'est pas carré.* (*Mélanges mathématiques*, t. III, p. 247.

(****) *Notes sur la théorie des fractions continues* ... (p. 29). Ici, contrairement à la supposition faite précédemment, quelqu'un des nombres considérés peut être nul.

est la somme de trois carrés. (Mémoire sur certaines décompositions en carrés, p. 9.)

XI. — a, b *étant des nombres entiers ; soient*

$$\alpha = a + \sqrt{a^2 + b^2}, \qquad \beta = -a + \sqrt{a^2 + b^2}.$$

La quantité

$$\frac{\alpha^{2n-1} + \beta^{2n-1}}{\alpha + \beta},$$

dans laquelle n *est un nombre entier, supérieur à* 1, *est la somme de deux carrés. (Mémoire ...*, p. 21.)

XII. — x, y *étant des nombres entiers, premiers entre eux, le nombre*

$$x^{4n} - x^{4n-2}y^2 + x^{4n-4}y^4 - \ldots + y^{4n}$$

est la somme de deux carrés et la somme de trois carrés ($n > 1$) (*).

XIII. — *La quantité* $\alpha^{2n} + \beta^{2n}$ (**) *est une somme de quatre carrés, dont deux sont égaux. (Mémoire ...*, p. 30.)

XIV. — *La somme des puissances* 4n, *de deux nombres entiers, inégaux, est la somme de quatre carrés, dont deux sont égaux. (Mémoire...*, p. 31.)

XV. — *Chaque valeur entière de* y, *satisfaisant à l'équation*

$$(a^2 + 1)\,x^2 = y^2 - 1,$$

est la somme de trois carrés (***). *(Mémoire...*, p. 47).

XVI. — *Le nombre* $(2, 4, 6 \ldots 2n)^2$ *est la somme de* 4n *carrés impairs. (Mémoire...*, p. 61.)

XVII. — *Le produit de quatre nombres entiers, augmenté de deux unités, n'est jamais une puissance exacte. (Mathesis*, tome VI, p. 102) (****).

XVIII. — *Le triple de la somme de quatre carrés est toujours la somme de quatre carrés. (Mélanges math.*, tome III, p. 211.)

XIX. — *Le quintuple de la somme de quatre carrés est toujours la somme de quatre carrés. (Ibid.)*

XX. — *Si* p *est un nombre premier ayant la forme* $4\mu + 1$, *le produit d'une somme de quatre carrés, par* p, *est toujours la somme de quatre carrés* (*****).

V

NOMBRES TRIANGULAIRES ET NOMBRES PENTAGONAUX

19. — THÉORÈME. — *Tout nombre triangulaire, supérieur à* 1, *s'il n'est pas pentagonal, est la somme de deux ou de plusieurs nombres pentagonaux.*

(*) *Mémoire sur certaines décompositions...*, p. 24.
(**) Voir ci-dessus.
(***) Il y a exception pour $y = 1$. Bien entendu, *a* est un *nombre entier*.
(****) J'ignore si le mot *consécutifs* a été oublié.
(*****) Le théorème XIX est complet dans celui-ci.

La formule (393) des *Recherches sur quelques produits indéfinis* est :

$$6(2n+1)^2 = (6x \mp 1)^2 + (6y \mp 1)^2 + 4(6z \mp 1)^2. \qquad (23)$$

On peut l'écrire ainsi :

$$\frac{n(n+1)}{2} = \frac{3x^2 \mp x}{2} = \frac{3y^2 \mp y}{2} + 4\frac{3z^2 \mp z}{2}; \qquad (24)$$

et cette égalité démontre le théorème.

20. — *Remarques.* I. — Le nombre triangulaire donné résulte, tout au plus, de l'addition de *six* nombres pentagonaux.

II. — Quand il en est ainsi, *quatre* de ces nombres pentagonaux sont égaux entre eux (*).

21. — En cherchant les nombres qui peuvent être, à la fois, triangulaires et pentagonaux, on est conduit à l'équation

$$3u^2 - v^2 = 2. \qquad (25)$$

Si l'on fait :

$$\alpha = 2 + \sqrt{3}, \qquad \beta = 2 - \sqrt{3}, \qquad (26)$$

$$P_n = \alpha^n + \beta\alpha^{n-1} + \beta^2\alpha^{n-2} + \ldots + \beta^n, \qquad (27)$$

les solutions, en nombres entiers, de l'équation (25) sont données par les formules :

$$u_n = 3P_{n-2} - P_{n-3}, \qquad v_n = 5P_{n-2} - P_{n-3}; \qquad (28)$$

ou par celles-ci :

$$u_n = 4u_{n-1} - u_{n-2}, \qquad v_n = 4v_{n-1} - v_{n-2}, \qquad (29)$$

dans lesquelles :

$$u_1 = 1, \quad u_2 = 3, \quad v_1 = 1, \quad v_2 = 5. \qquad (30)$$

Ainsi :

$$u_1 = 1, \quad u_2 = 3, \quad u_3 = 11, \quad u_4 = 41, \quad u_5 = 153, \quad \ldots$$

22. — *Remarque.* — A cause de $x = \frac{u-1}{2}$, d'où $x + 1 = \frac{u+1}{2}$, les nombres *triangulo-pentagonaux* sont donnés par la formule :

$$T_n = \frac{(u_{n-1})(u_n+1)}{8}. \qquad (31)$$

Ces nombres sont donc :

$$T_1 = 0, \quad T_1 = 2, \quad T_2 = 15, \quad T_4 = 210, \quad T_5 = 2\,926, \quad \ldots$$

(*) La même remarque subsiste, si $\frac{n(n+1)}{2}$ est la somme de *quatre* ou *cinq* nombres pentagonaux.

VI

THÉORÈMES EMPIRIQUES (*)

23. — I. — *Le sextuple de tout nombre impair est la somme de trois carrés.*

II. — *Soit* N *ce sextuple. Si* $N-5$ *n'est pas carré,* N; *somme de trois carrés, est aussi la somme de quatre carrés.*

III. — n *étant un nombre entier, autre que zéro, la quantité* $6n^2+6n-3$ *est la somme de trois carrés.*

IV. — *Cette même quantité est, suivant la grandeur de* n : 1° *la somme de six carrés;* 2° *la somme de neuf carrés;* ...; n° *la somme de* $6n^2+6n-3$ *carrés.*

24. — *Applications du Théorème* I :

$$
\begin{array}{l}
6\,.\;\;1 = \;\;6 = \;\;4 + 1 + 1\\
6\,.\;\;3 = \;\;18 = \;\;16 + 1 + 1\\
6\,.\;\;5 = \;\;30 = \;\;25 + 4 + 1\\
6\,.\;\;7 = \;\;42 = \;\;25 + 16 + 1\\
6\,.\;\;9 = \;\;54 = \;\;49 + 4 + 1\\
6\,.\;11 = \;\;66 = \;\;64 + 1 + 1\\
6\,.\;13 = \;\;78 = \;\;49 + 25 + 4\\
6\,.\;15 = \;\;90 = \;\;64 + 25 + 1\\
6\,.\;17 = 102 = 100 + 1 + 1\\
6\,.\;19 = 114 = \;\;64 + 49 + 1\\
6\,.\;21 = 126 = 121 + 4 + 1\\
6\,.\;23 = 138 = 121 + 16 + 1\\
6\,.\;25 = 150 = 121 + 25 + 4\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
6\,.\;97 = 582 = 23^2 + 7^2 + 2^2
\end{array}
$$

25. — *Applications du Théorème* II :

$$
\begin{array}{l}
18 = \;\;16 + \;\;1 + 1 = \;\;\;9 + \;\;4 + 4 + 1\\
42 = \;\;25 + 16 + 1 = \;\;36 + \;\;4 + 1 + 1\\
66 = \;\;64 + \;\;1 + 1 = \;\;36 + 25 + 4 + 1\\
78 = \;\;49 + 25 + 4 = \;\;64 + \;\;9 + 4 + 1\\
90 = \;\;64 + 25 + 1 = \;\;64 + 16 + 9 + 1\\
102 = 100 + \;\;1 + 1 = \;\;81 + 16 + 4 + 1\\
114 = \;\;64 + 49 + 1 = 100 + \;\;9 + 4 + 1\\
138 = 121 + 16 + 1 = 121 + \;\;9 + 4 + 4\\
150 = 121 + 25 + 4 = 121 + 16 + 9 + 4
\end{array}
$$

(*) Les démonstrations viendront plus tard; du moins je l'espère.

26. — *Applications du Théorème* III (*) :

n	$6n^2 + 6n - 3$
1	$9 = 2^2 + 2^2 + 1^2$
2	$33 = 5^2 + 2^2 + 2^2$
3	$69 = 8^2 + 2^2 + 1^2$
4	$117 = 10^2 + 4^2 + 1^2$
5	$177 = 13^2 + 2^2 + 2^2$
6	$249 = 14^2 + 3^2 + 2^2$
7	$333 = 14^2 + 11^2 + 4^2$
8	$429 = 20^2 + 5^2 + 2^2$
9	$537 = 23^2 + 2^2 + 2^2$
10	$657 = 25^2 + 4^2 + 4^2$
11	$789 = 28^2 + 2^2 + 1^2$
12	$933 = 28^2 + 10^2 + 7^2$
13	$1\,089 = 32^2 + 10^2 + 7^2$
14	$1\,257 = 35^2 + 4^2 + 4^2$
15	$1\,437 = 37^2 + 8^2 + 2^2$
16	$1\,629 = 40^2 + 5^2 + 2^2$
17	$1\,833 = 40^2 + 13^2 + 8^2$
18	$2\,049 = 43^2 + 10^2 + 10^2$
19	$2\,277 = 47^2 + 8^2 + 2^2$
...	.....
99	$59\,049 = 243^2 + 12^2 + 12^2$
100	$60\,517 = 244^2 + 31^2 + 10^2$

27. — *Applications du Théorème* IV :

$$9 = 2^2 + 2^2 + 1^2 = 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$$

$$33 = 5^2 + 2^2 + 2^2 = 16 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 = \text{etc.}$$

$$69 = 8^2 + 2^2 + 1^2 = 64 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = \text{etc.}$$

$$117 = 10^2 + 4^2 + 1^2 = 9^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + 1^2 + 1^2 = 8^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 = \text{etc.}$$

(*) *Nouvelle Correspondance mathématique*, tome IV, p. 553.

M. Ed. COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

REMARQUES SUR LE TRAVAIL DES MOTEURS EMPLOYÉS AUX TRANSPORTS

— Séance du 21 septembre 1891 —

§ 1er

GÉNÉRALITÉS

Un moteur de poids p traîne un fardeau de poids P le long d'un chemin incliné de l'angle α sur l'horizon. Ce moteur est supposé capable de fournir d'une manière continue, sans fatigue ni épuisement, un travail constant T dans chaque unité de temps. On demande comment doit être réglée la vitesse du moteur le long du chemin qu'il parcourt, sachant que le fardeau P subit un frottement dont le coefficient est f, et que le moteur lui-même a à vaincre une résistance assimilable à un frottement dont le coefficient serait f'. Cette résistance du moteur ne doit pas être confondue avec l'adhérence qui lui permet de se mouvoir à la surface du sol, et à laquelle ne correspond aucun travail à développer. Mais une portion du travail T doit être employée à vaincre, par exemple, la résistance au roulement, à produire la déformation des parties solides en contact, à mettre en mouvement les organes du moteur, toutes résistances que nous supposons englobées dans le coefficient f'.

Le travail du moteur pour le parcours de l'arc ds se compose du travail de la pesanteur $(P + p) \sin\alpha ds$, et du travail des résistances accessoires $(Pf + pf') \cos\alpha ds$, ce qui donne pour travail total

$$\left[(P + p) \sin \alpha + (Pf + pf') \cos \alpha\right] ds.$$

Cette quantité de travail doit être développée par le moteur dans le temps dt employé à parcourir le chemin ds. Si donc on la divise par dt, on aura le travail que le moteur est appelé à fournir dans l'unité de temps, c'est-à-dire le travail T, en admettant que le moteur développe à chaque instant toute sa puissance, sans aller jusqu'à des efforts qu'il ne pourrait produire qu'à titre passager et exceptionnel. On aura donc, en appelant v la vitesse du transport,

$$(1) \qquad T = \left[(P + p) \sin \alpha + (Pf + pf') \cos \alpha\right] v.$$

Cette équation peut se simplifier. Déterminons un coefficient f_1 tel que l'on ait l'égalité

$$Pf + pf' = (P + p)f_1.$$

Le nombre f_1 sera la moyenne, eu égard aux poids, des nombres f et f' applicables aux poids P et p. La substitution que nous venons d'opérer peut s'étendre à un nombre quelconque de poids P réunis en un même convoi. Si le chemin parcouru a à la fois la même inclinaison pour tous, on a simplement pour le coefficient moyen f_1 la moyenne

$$f_1 = \frac{\Sigma Pf}{\Sigma P},$$

qui ramène la formule

$$\sin \alpha \Sigma P + \cos \alpha \Sigma Pf$$

à la forme

$$(\sin \alpha + f_1 \cos \alpha)\Sigma P.$$

Si, au contraire, l'inclinaison α varie d'un poids à l'autre, on pourra encore réduire la fonction

$$\Sigma P \sin \alpha + \Sigma Pf \cos \alpha$$

à la forme

$$(\sin \beta + f_1 \cos \beta)\Sigma P,$$

en déterminant d'abord l'angle moyen β par la formule

$$\sin \beta = \frac{\Sigma P \sin \alpha}{\Sigma P},$$

puis le coefficient moyen f_1 par la formule

$$f_1 = \frac{\Sigma Pf \cos \alpha}{\cos \beta \Sigma P}.$$

Désignons par Q la somme $P + p$ qui figure dans notre problème particulier. L'équation (1) deviendra

$$T = Q(\sin \alpha + f_1 \cos \alpha)v$$

et, si l'on détermine un angle φ tel que l'on ait $\operatorname{tang} \varphi = f_1$, elle se transforme en

$$T = Q \frac{\sin (\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} v. \qquad (2)$$

Nous avons admis, pour établir l'équation (1), que le moteur et son fardeau montaient la pente. S'ils la descendaient, le terme qui représente le travail de la pesanteur changerait de signe, ce qui revient à prendre négativement l'angle α. Notre formule (2) est en définitive générale, moyennant qu'on attribue à l'angle α des valeurs négatives quand le mobile descend, et des valeurs positives quand il monte.

Au parcours horizontal du moteur correspond une certaine vitesse v_o, qui est donnée par l'équation (2) en y faisant $\alpha = 0$. Il vient

$$T = Q \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} v_o. \tag{3}$$

Divisons l'équation (2) par l'équation (3); on élimine ainsi à la fois T et Q, et on obtient la relation

$$v = v_o \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi + \alpha)}, \tag{4}$$

qui donne la loi des vitesses v en fonction de la pente, au moyen de la vitesse v_o correspondante au parcours horizontal. Si l'on veut comparer les trajets effectués dans un même temps suivant des pentes différentes, on observera que les distances parcourues sont proportionnelles aux vitesses, et l'on aura

$$r = r_o \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi + \alpha)}. \tag{5}$$

En pratique, l'angle α et la vitesse v sont limités par la nature du moteur et par la constitution du chemin qu'il doit parcourir. Nous supposerons ici, en général, que l'angle α est inférieur, en valeur absolue, à l'angle φ du frottement. Si l'on avait $\alpha = -\varphi$, la formule (4) donnerait une vitesse infinie pour le moteur descendant la pente : ce résultat s'interprète en remarquant que le moteur descendant l'inclinaison φ n'a plus à développer aucun effort pour assurer l'uniformité du mouvement. La pesanteur et le frottement y suffisent, sans intervention d'autre force. Si α était supérieur à φ, le moteur aurait, à la descente, à développer un travail négatif, pour empêcher le convoi d'acquérir des vitesses graduellement croissantes. L'hypothèse de T constant est donc contradictoire avec ces diverses suppositions. Aussi admettrons-nous dans ce qui suit que l'angle α est inférieur en valeur absolue à l'angle φ, qu'il est compris entre les limites $-\varphi$ et $+\varphi$; dans ces conditions, les formules (4) et (5) sont générales, avec une valeur constante positive pour le travail T.

Prenons sur une horizontale, à une échelle arbitraire, une longueur $OA = r_o$, qui représente le parcours effectué pendant un temps donné lorsque $\alpha = 0$. Menons au point A la droite indéfinie AZ, faisant avec AO l'angle φ. Par le point O menons des droites OM, OM′, qui fassent avec l'horizontale OA des angles $\alpha = MOA$, $\alpha' = M'OA$. Ces droites seront, à l'échelle, les trajets r qui correspondent aux diverses inclinaisons du chemin parcouru, accomplis par le même temps. Elles sont donc proportionnelles aux vitesses.

Élevons au point O la verticale OZ, puis faisons tourner la droite ZA autour de cette verticale, de manière à lui faire décrire un cône de révo-

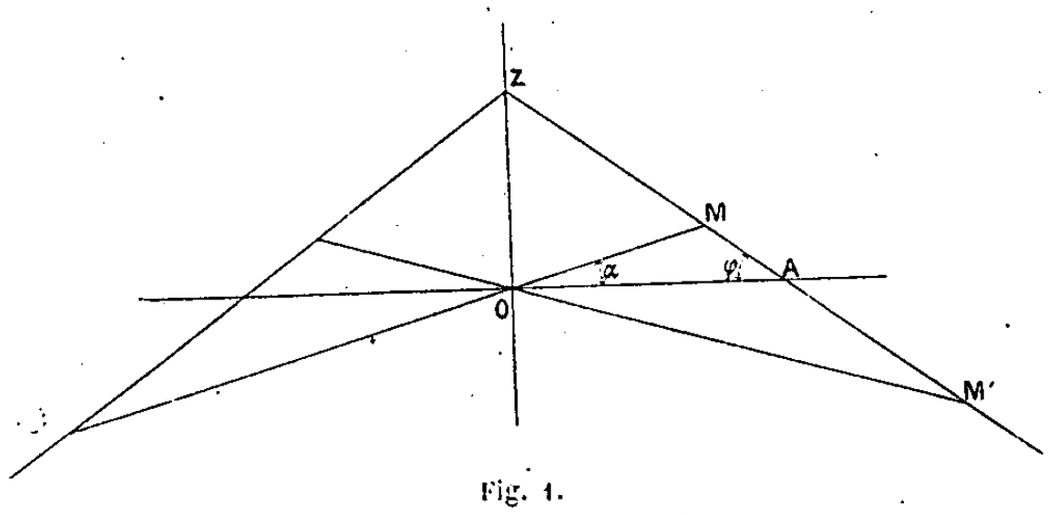


Fig. 1.

lution. La surface ainsi engendrée contiendra les extrémités de toutes les droites telles que OM, c'est-à-dire de tous les trajets *synchrones*, accomplis d'un mouvement uniforme pendant le même temps, avec une même dépense de puissance motrice. Si l'on considère, par exemple, tous les trajets synchrones d'un plan quelconque mené par le point O, ces trajets seront représentés par les rayons vecteurs de la section faite par ce plan dans le cône que nous venons de définir. Suivant que l'inclinaison du plan sur l'horizon est nulle, comprise entre 0 et φ, égale à φ, ou supérieure à φ, l'intersection du plan est un cercle, une ellipse, une parabole ou une hyperbole. Ces deux derniers cas sont exclus par notre hypothèse de α compris entre $-\varphi$ et $+\varphi$. L'intersection sera donc pour nous une courbe fermée, cercle ou ellipse.

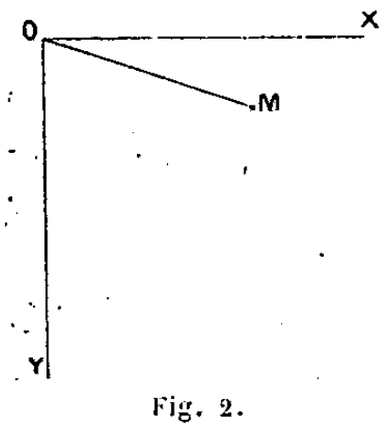


Fig. 2.

Cherchons l'équation de ce cône.

Soient OX, OY deux axes rectangulaires tracés dans le plan horizontal. Le troisième axe OZ est perpendiculaire aux deux autres, et se projette au point O lui-même. Soit M un point de la surface conique. Le rayon OM sera, dans l'espace, le trajet r qui satisfait à l'équation

$$r = r_0 \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi + \alpha)}, \tag{5}$$

α étant l'angle que la droite OM fait avec sa projection sur le plan XOY. Appelons x, y, z les coordonnées du point M. Nous aurons

$$\sin \alpha = \frac{z}{r},$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{r},$$

$$\sin(\alpha + \varphi) = \frac{\sin\varphi\sqrt{x^2+y^2} + z\cos\varphi}{r},$$

et enfin

$$r = r_o \frac{\sin\varphi \times r}{\sin\varphi\sqrt{x^2+y^2} + z\cos\varphi}.$$

Le facteur r disparaît aux deux membres, et il vient pour l'équation finale, une fois le radical disparu,

$$x^2 + y^2 = r_o^2 - 2r_o z\cot\varphi + z^2\cot^2\varphi, \tag{6}$$

équation d'un cône de révolution, dont le centre est sur l'axe des z, à la hauteur r_o tang φ au-dessus du point O.

Soit A′ZA la coupe du cône par le plan vertical du papier, et AA′ la

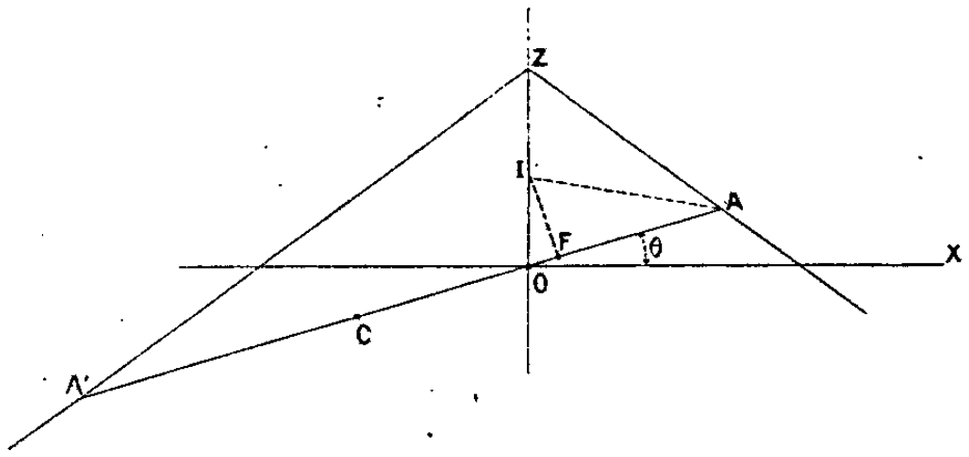


Fig. 3.

trace sur le même plan vertical d'un plan incliné de l'angle θ sur l'horizontale OX; de sorte que la droite AA′ soit la ligne de plus grande pente du plan sécant. La section du cône sera une ellipse, dont le grand axe sera AA′; son centre sera en C au milieu du grand axe; le foyer F sera la projection sur AA′ du centre I du cercle inscrit dans le triangle A′ZA. Parmi les rayons qui joignent le point O aux divers points de l'ellipse, il y en a qui sont plus grands que tous les autres, d'autres qui sont plus petits. Ces rayons maxima et minima sont les directions normales à la courbe.

Rabattons sur le plan du papier l'ellipse d'intersection. Soient a et b les demi-axes. Traçons la développée de l'ellipse, et soit H le rebroussement situé sur la moitié du grand axe qui contient le point O.

D'après la construction du foyer F et du centre C de la courbe, le point O est toujours compris entre ces deux points. Mais le point H est aussi compris dans le même tronçon CF. On a, en effet, $HA = \frac{b^2}{a}$, et $CH = a - \frac{b^2}{a} = \frac{a^2-b^2}{a}$; ce qui montre que CH est toujours inférieur à $CF = \sqrt{a^2-b^2}$.

Le point O peut donc, suivant l'inclinaison θ du plan, se trouver soit entre H et F, sóit entre C et H.

1° Si le point O est entre H et F, on ne peut mener de ce point à l'ellipse que deux normales, OA et OA′; la première est le rayon r minimum, la seconde le rayon r maximum;

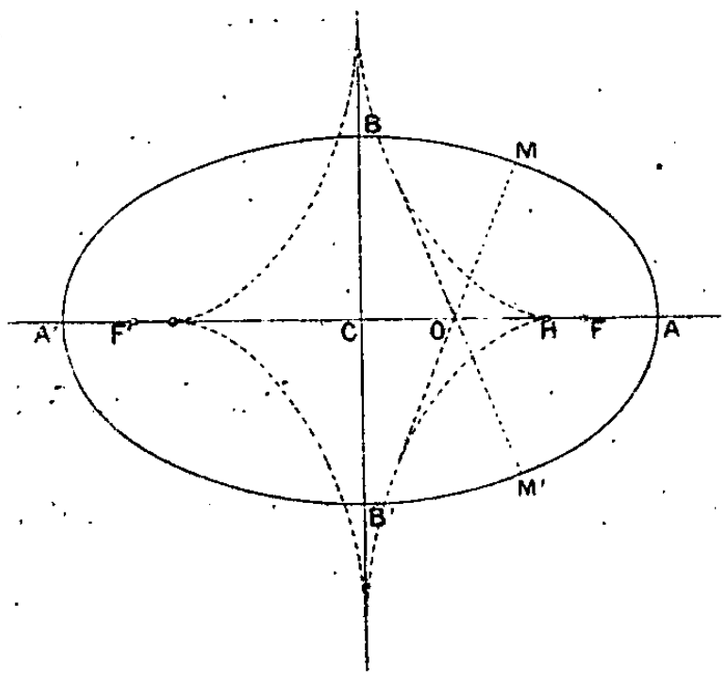


Fig. 4.

2° Si le point O est entre C et H, on peut mener quatre normales, savoir OA, OM, OA′, OM′; le point O est alors au delà du centre du cercle osculateur en A ou en A′, par rapport à ces points A et A′; il se trouve, au contraire, entre les points M et M′ et les centres des cercles osculateurs en ces points. On voit par là que OA et OA′ sont deux rayons *maxima*, tandis que les rayons OM et OM′ sont *minima*.

Si l'on étudie directement les maxima et les minima de r, en prenant pour variable l'angle μ formé par le rayon r avec l'axe OA dans le plan sécant, on retrouve ces quatre normales, savoir :

$$\text{Pour } \mu = 0, \text{ la normale OA, avec } r = r_0 \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi + \theta)},$$

$$\mu = \pi, \text{ la normale OA′ avec } r = r_0 \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi - \theta)},$$

et les normales OM, OM′ définies par l'équation

$$\cos \mu = \frac{\cos \varphi}{\sin \theta}; \text{ ce qui donne } r = r_0 \sin \varphi.$$

Mais ces normales ne sont réelles qu'autant que sin θ est numériquement supérieur à cos φ, c'est-à-dire si θ est supérieur à $\frac{\pi}{2} - \varphi$. Comme il arrive généralement que l'angle φ est inférieur à $\frac{\pi}{4}$, et comme nous supposons l'inclinaison θ moindre que φ, la somme $\theta + \varphi$ ne peut excéder $\frac{\pi}{2}$, et il reste la normale OA pour le minimum et la normale OA′ pour le maximum des trajets synchrones accomplis dans le plan AA′.

En général, si θ est l'inclinaison d'un plan à l'horizon, et α la limite que l'on s'impose pour l'inclinaison du chemin à parcourir, les seuls

chemins admissibles à partir d'un point O sont ceux qui font, avec la ligne de plus grande pente du plan, des angles μ dont les cosinus soient compris entre les limites $\frac{\sin\alpha}{\sin\theta}$ et $-\frac{\sin\alpha}{\sin\theta}$. Aucune restriction n'est imposée par cette condition lorsque θ est au plus égal à la limite α ; mais il n'en est pas de même pour les inclinaisons θ plus prononcées (*).

Si, à partir d'un même point O, et le long de droites OM inclinées à l'horizon de l'angle α, on lance avec une vitesse V un point pesant soumis à un frottement dont le coefficient soit tang φ, ce point parcourra jusqu'à son arrêt un espace r égal à

$$r = \frac{V^2}{2g}\cdot\frac{\cos\varphi}{\sin(\varphi+\alpha)}.$$

Le mobile s'arrêtera en un point du cône que nous venons de déterminer, moyennant qu'on ait pris $\frac{V^2}{2g} = r_0 \operatorname{tang}\varphi$. La hauteur OZ représente la hauteur due à la vitesse initiale V. En réalité, les deux problèmes n'en font qu'un. Appelons Q le poids du mobile pesant. Dans un cas, le poids Q, lancé avec la vitesse initiale V, parcourt l'espace r jusqu'à l'épuisement de sa force vive par suite des résistances qu'il subit. Dans le second, le même poids possède une puissance motrice, qui développe pendant le même trajet r un travail égal à la somme des travaux de ces résistances, et ce travail lui conserve sa vitesse initiale V.

Revenons enfin à la question posée au commencement de ce paragraphe. Soient

$$l, \quad l', \quad l'', \quad \ldots$$

les longueurs mesurées en chaînant à plat sur le terrain les différentes parties d'une route ; soient

$$\alpha, \quad \alpha', \quad \alpha'', \quad \ldots$$

les inclinaisons de ces parties respectives, prises avec le signe convenable, quand on les parcourt dans un sens défini. Si v_0 est la vitesse normale du moteur sur le plan horizontal, et φ l'angle du frottement, les vitesses effectives du moteur remorquant la même charge devront être respectivement

$$v = v_0\frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi+\alpha)}, \quad v' = v_0\frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi+\alpha')}, \quad v'' = v_0\frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi+\alpha'')}, \quad \ldots$$

(*) On retrouve là le principe du tracé des chemins en lacet.

et la durée totale du trajet sera

$$(7)\qquad t = \frac{l}{v} + \frac{l'}{v'} + \frac{l''}{v''} + \cdots$$

$$= \frac{l \sin(\varphi + \alpha) + l' \sin(\varphi + \alpha') + l'' \sin(\varphi + \alpha'') + \cdots}{v_o \sin \varphi}$$

$$= \frac{\Sigma l \sin(\varphi + \alpha)}{v_o \sin \varphi}.$$

Si le trajet était tout entier horizontal, on aurait pour le parcours d'une longueur L,

$$t' = \frac{L}{v_o}.$$

La longueur L sera donc synchrone au trajet effectif, si elle satisfait à l'équation

$$(8)\qquad L = \frac{\Sigma l \sin(\varphi + \alpha)}{\sin \varphi},$$

équation où α doit recevoir des valeurs positives et négatives, mais toujours moindres en valeur absolue que l'angle φ.

La détermination de L est indépendante de la vitesse v_o et du travail T. Il faut observer, toutefois, que les vitesses effectives du parcours doivent toujours rester assez petites, pour qu'il n'y ait pas à tenir compte de la résistance de l'air.

Si la route était parcourue en sens contraire, il n'y aurait qu'à changer le signe de l'angle α, et on trouverait une autre longueur réduite L',

$$(9)\qquad L' = \frac{\Sigma l \sin(\varphi - \alpha)}{\sin \varphi}.$$

On pourrait ensuite fondre les deux longueurs L et L' en une longueur moyenne unique, en tenant compte, s'il y a lieu, du tonnage qui parcourt la route dans chaque sens. Si ces tonnages sont égaux, il vient pour la longueur réduite moyenne:

$$(10)\qquad \frac{L + L'}{2} = \frac{1}{2} \frac{\Sigma l \sin(\varphi + \alpha) + \Sigma l \sin(\varphi - \alpha)}{\sin \varphi} = \Sigma l \cos \alpha = \lambda,$$

en désignant par λ la longueur horizontale de la route. L'influence des pentes disparaît dans la moyenne. Il n'en serait pas de même si les pentes étaient assez fortes pour exiger l'enrayage à la descente; car alors l'excès de vitesse à la descente ne compenserait plus la diminution de vitesse à la montée.

La formule qui donne le temps t du trajet est indépendante du profil en long de la route, et ne dépend que du point de départ et du point d'arrivée. On a, en effet,

$$(11)\quad t = \frac{1}{v_0 \sin \varphi} \Sigma l \sin (\varphi + \alpha) = \frac{1}{v_0 \sin \varphi} (\sin \varphi \Sigma l \cos \alpha + \cos \varphi \Sigma l \sin \alpha)$$

Or, $\Sigma l \cos \alpha$ est la longueur horizontale totale de la route, que nous avons appelée λ; tandis que $\Sigma l \sin \alpha$ est la différence, positive ou négative, entre la cote de départ et celle d'arrivée ; si on la désigne par h, on aura la formule simple $t = \dfrac{\lambda + h \cot \varphi}{v_0}$.

Si donc A est le point de départ, AB l'horizontale et C le point d'arrivée, la durée du trajet s'obtiendra en menant la droite CD qui fait avec CB l'angle $\frac{\pi}{2} - \varphi$; la droite AD, parcourue à la vitesse v_0, représentera la durée du parcours de la route qui joint le point A au point B, quel que soit le partage de cette route en tronçons à des inclinaisons diverses, pourvu qu'elles soient toutes comprises entre $-\varphi$ et $+\varphi$.

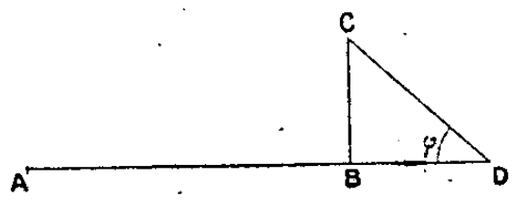


Fig. 5.

L'équation (3) transforme l'équation précédente en chassant le facteur v_0. Il vient

$$(12)\qquad t = \frac{Q}{T} (h + \lambda \operatorname{tang} \varphi).$$

§ 2

CHEMIN BRACHISTOCHRONE SUR UNE SURFACE DONNÉE

Soient A et B deux points donnés sur une surface. On propose de tracer de A à B sur la surface une ligne ACB telle, qu'un moteur, développant par unité de temps un travail constant T, la parcoure dans le moindre temps possible. On suppose connu le poids Q du moteur et de son fardeau, et l'angle φ du frottement moyen applicable à l'ensemble.

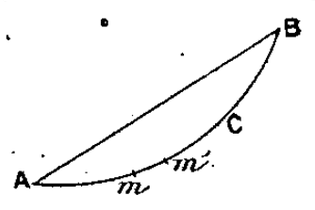


Fig. 6.

La vitesse du mobile dans le parcours d'un arc $mm' = ds$ est donnée par l'équation

$$T = Q \frac{\sin (\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} v,$$

α étant l'angle que fait l'élément ds avec l'horizon. Le temps du parcours

est $\frac{ds}{v} = \frac{Q ds \sin.(\alpha + \varphi)}{T \cos \varphi}$. Le minimum de la somme $\int_A^B \frac{ds}{v}$ correspond donc au minimum de $\int_A^B ds \sin(\alpha + \varphi)$, en laissant de côté les facteurs constants. Or, on a

$$\int_A^B ds \sin(\alpha + \varphi) = \cos \varphi \int_A^B ds \sin \alpha + \sin \varphi \int_A^B ds \cos \alpha,$$

et les deux intégrales du second membre s'interprètent séparément. La première est la différence $h = z_1 - z_0$ des cotes des points d'arrivée et de départ ; elle est connue dès qu'on donne ces points, et on ne peut, par conséquent, agir sur le premier terme.

La seconde intégrale $\int_A^B ds \cos \alpha$ est la longueur λ de la route projetée sur le plan horizontal. On la rendra minimum en prenant pour cette projection la droite AB qui joint les deux points. La ligne brachistochrone est donc la ligne d'intersection de la surface avec le plan vertical contenant les deux points donnés. Cette solution suppose que, nulle part, suivant cette intersection, la pente n'est supérieure à la limite imposée à l'angle α. Autrement il faudrait au tracé direct substituer des tracés détournés.

Cherchons à quelle condition doivent satisfaire les points donnés A et B, pour que le trajet direct AB ne force pas le moteur de monter, puis de descendre. Supposons la surface définie par ses courbes horizontales, suivant la méthode des plans cotés. Du point A donné, menons aux courbes de niveau les tangentes Am, Am', Am'', ... Les points de contact les plus voisins de A dessineront en Amm' ... m^{IV}A un contour qui sera fermé, en général. Si l'on place le point B au dedans de ce contour, le trajet direct AB sur la surface sera tout entier montant ou tout entier descendant ; tandis que, si le point B est au dehors, le trajet AB ira en montant, par exemple, à partir de A jusqu'à la ligne Amm'... A, et en descendant ensuite. Il est facile d'obtenir l'équation de cette ligne des contacts, lorsqu'on a l'équation de la surface

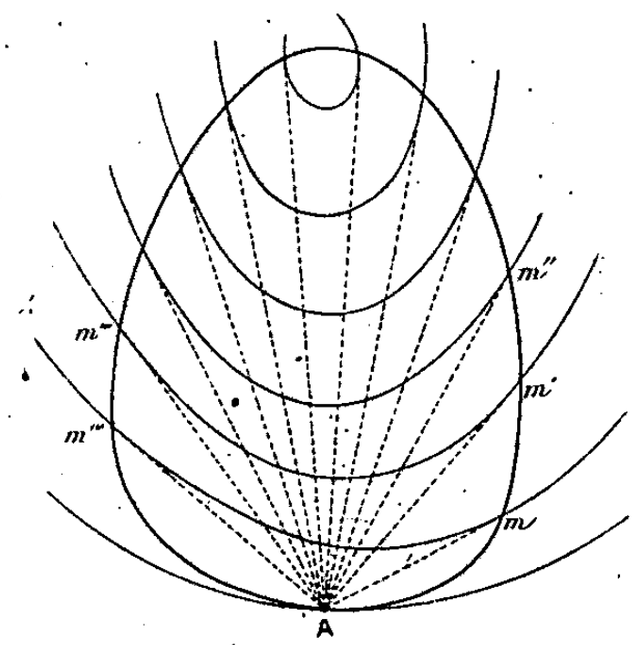


Fig. 7.

$$f(x, y, z) = 0.$$

Les lignes de niveau sont définies chacune par une valeur constante de z. Le coefficient d'inclinaison de la tangente à l'une de ces lignes s'obtient en différentiant l'équation de la surface sans faire varier z, ce qui donne

$$\frac{df}{dx}\,dx + \frac{df}{dy}\,dy = 0.$$

Entre cette équation et l'équation $f = 0$, éliminons z. Le résultat sera l'équation différentielle,

$$\mathrm{M}dx + \mathrm{N}dy = 0$$

de l'ensemble des courbes de niveau. Si, dans cette équation, on remplace les différentielles dx et dy par les différences $x' - x$, $y' - y$ entre les coordonnées x', y' d'un point quelconque et les coordonnées x, y du point de contact, on aura

$$\mathrm{M}(x' - x) + \mathrm{N}(y' - y) = 0,$$

pour l'équation d'une tangente à l'une quelconque des courbes de niveau. On exprimera que cette tangente passe par le point donné A, dont les coordonnées sont α, β, en écrivant

$$\mathrm{M}(\alpha - x) + \mathrm{N}(\beta - y) = 0.$$

Cette dernière équation est donc l'équation de la courbe $\mathrm{A}mm' \ldots m^{\mathrm{IV}}\mathrm{A}$. Prenons pour exemple la sphère qui a son centre à l'origine O,

$$x^2 + y^2 + z^2 = a^2.$$

Il viendra, en différentiant sans faire varier z,

$$x\,dx + y\,dy = 0,$$

équation qui ne contient plus z. L'équation de la courbe-limite est, par conséquent,

$$x(\alpha - x) + y(\beta - y) = 0,$$

ou bien

$$x^2 + y^2 - \alpha x - \beta y = 0,$$

équation de la circonférence décrite sur OA comme diamètre. Lorsque le point A est pris sur l'équateur de la sphère, la courbe devient une *fenêtre de Viviani*. Dans ce cas, le trajet direct de A en m sur la sphère comporte une montée égale à la projection horizontale Am du chemin décrit. En d'autres termes, la circonférence AmO est l'intersection de la surface sphérique avec un cône de révolution qui aurait pour axe la verticale du point A, et dont les génératrices feraient avec la verticale un angle de 45°.

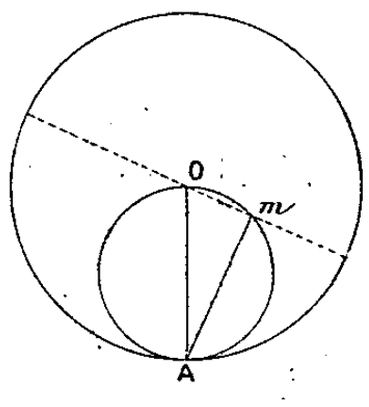


Fig. 8.

Pour l'ellipsoïde $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$, on trouverait comme projection de

la courbe limite

$$\frac{x(\alpha - x)}{a^2} + \frac{y(\beta - y)}{b^2} = 1,$$

c'est-à-dire une ellipse semblable à l'ellipse principale située dans le plan horizontal des xy.

§ 3

LIGNES D'ÉGALE PENTE

Les lignes d'égale pente sur une surface peuvent être définies comme des lignes sur lesquelles le mouvement est uniforme avec une même dépense de puissance motrice.

Prenons le plan horizontal pour plan des xy, et appelons z la cote du point qui s'y projette en (x, y). L'équation différentielle des lignes de pente est

$$\frac{dz^2}{dx^2 + dy^2} = m^2,$$

m étant la pente constante de la ligne.

Nous chercherons l'intégrale de cette équation pour un cas particulier qui est encore très étendu, celui où la surface est de révolution autour d'un axe vertical, que nous prendrons pour axe des z. L'équation de la surface est alors

$$z = \mathrm{F}(r),$$

en appelant r la distance d'un point de la surface à l'axe, mesurée parallèlement au plan horizontal. L'équation de la ligne de pente est, en appelant θ l'angle polaire qui définit l'azimut du rayon r,

$$dz = m\sqrt{dr^2 + r^2 d\theta^2}.$$

On tire de l'équation de la surface

$$dz = \mathrm{F}'(r)dr,$$

et, par suite, on a, en élevant au carré et en résolvant par rapport à $d\theta$,

$$\frac{(\mathrm{F}'(r))^2 - m^2}{m^2}\frac{dr^2}{r^2} = d\theta^2,$$

ce qui peut s'écrire

$$\frac{r\,d\theta}{dr} = \frac{\sqrt{(\mathrm{F}'(r))^2 - m^2}}{m}.$$

Sous cette forme, on reconnaît que la ligne de pente, projetée sur le plan horizontal, est assujettie à couper une série de cercles concentriques sous des angles donnés en fonction du rayon de chacun de ces cercles. Un grand nombre de questions conduisent à ce problème pris dans toute

sa généralité. On le rencontre, par exemple, quand on cherche la courbe dont un point décrit une épicycloïde donnée, en roulant sur une courbe donnée ; quand on cherche la trajectoire décrite par un point matériel soumis à une attraction émanant d'un centre fixe, et proportionnelle à une fonction de la distance à ce centre ; quand on demande les lignes géodésiques d'une surface de révolution, etc...

Tous ces problèmes se ramènent à une quadrature, qui fait connaître θ en fonction de r.

Dans le cas particulier des lignes de pentes, on peut se proposer de trouver la projection de ces lignes sur un cylindre de révolution, ayant pour axe l'axe OZ ; on pourra ensuite développer ce cylindre sur l'un de ses plans tangents, et la projection de la ligne de pente se transformera en courbe plane. Soit a le rayon arbitraire attribué au cylindre, et appelons s les arcs mesurés sur sa section droite à partir d'une origine arbitraire. On aura

$$ds = ad\theta,$$

de sorte que l'équation différentielle des lignes de pente est

$$dz = m\sqrt{dr^2 + \frac{r^2}{a^2}\,ds^2}.$$

Soit $r = \varphi(z)$ l'équation de la surface résolue par rapport à r. Il viendra

$$dz = m\sqrt{\left(\varphi'(z)\right)^2 dz^2 + \frac{\left(\varphi(z)\right)^2}{a^2}\,ds^2},$$

ou bien, en résolvant par rapport à ds,

$$mds = \frac{a}{\varphi(z)}\sqrt{1 - m^2\left(\varphi'(z)\right)^2 dz},$$

fonction intégrable par quadrature, et qui donne l'équation, entre les variables z et s, de la ligne de pente projetée sur le cylindre vertical.

Cherchons les lignes de pente de la sphère. Le problème peut être résolu géométriquement.

Soit $m = \text{tang}\ \alpha$ la pente de la ligne cherchée ; $OA = a$ le rayon de la sphère. Le plan horizontal est le plan de la figure. Déterminons le rayon b d'un parallèle OB, tel que m soit la plus grande pente de la surface le long de ce parallèle. Si λ est la latitude du parallèle cherché, on aura $\lambda = \frac{\pi}{2} - \alpha$, et la ligne cherchée n'aura aucun point à l'intérieur du cercle OB, puisque la pente de la surface y est partout inférieure à m. On reconnaît par là que la ligne cherchée, en projection sur le plan horizontal, présentera une série d'arcades égales, qui seront tangentes en A à l'équa-

teur, et qui auront des rebroussements équidistants le long du parallèle BB′; la ligne, aux points où elle atteint ce parallèle, devient en effet tangente au méridien. Ces caractères font pressentir que la projection cherchée doit être analogue à une épicycloïde qui serait décrite par une courbe qui roulerait sur la circonférence BCB′, et on est conduit à essayer comme courbe roulante la circonférence décrite sur l'intervalle AA′ des deux cercles donnés comme diamètre. Or, la vérification réussit.

Soit m un point de l'épicycloïde décrite par le roulement de ce cercle; mC et mD la normale et la tangente; DmC la position correspondante du cercle mobile. La ligne de la sphère qui se projette tangentiellement à mD a, au point m, la même pente que la coupe de la surface sphérique suivant le plan vertical mD; on obtient le rabattement horizontal de cette coupe en prolongeant Dm jusqu'au point D′, et en décrivant sur DD′ le demi-cercle D′m'D. Soit O′ son centre. Si l'on mène la tangente m'H au cercle rabattu, la pente cherchée sera donnée par l'angle m'Hm, ou par l'angle égal O′$m'm$; le sinus de cet angle est le rapport $\frac{O'm}{O'D}$. Or, les parallèles OO′, Cm montrent que l'on a

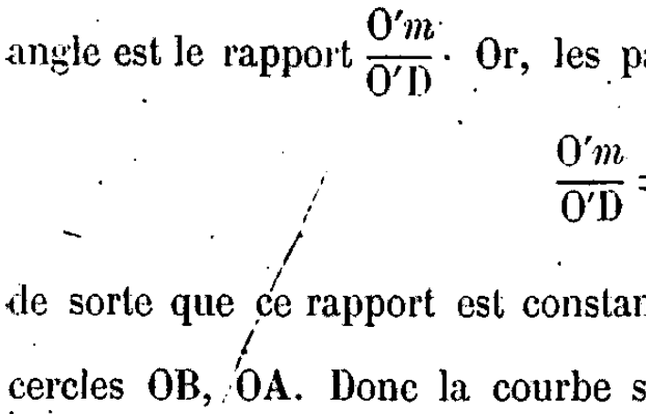


Fig. 9.

$$\frac{O'm}{O'D} = \frac{OC}{OD},$$

de sorte que ce rapport est constant et égal au rapport $\frac{a}{b}$ des rayons des cercles OB, OA. Donc la courbe sphérique qui se projette sur l'épicycloïde engendrée par le roulement du cercle de diamètre AA′, roulant à l'extérieur du cercle fixe OB, fait partout avec l'horizon un même angle α, dont le sinus est égal à $\frac{b}{a}$, c'est-à-dire à $\cos\lambda$, et qui est égal au complément $\frac{\pi}{2} - \lambda$ de la latitude.

L'angle BOA, compris sur le plan horizontal entre un rebroussement de la courbe et le point A où elle touche le cercle de l'équateur, est celui qui, dans le cercle OB, correspond à un arc BA′ égal à la demi-circonférence roulante; si on appelle Θ cet angle, on a donc

$$\Theta = \frac{\pi}{2}\frac{a-b}{b} = \frac{\pi}{2}\left(\frac{a}{b} - 1\right) = \frac{\pi}{2}\left(\frac{1}{\cos\lambda} - 1\right).$$

Il est commensurable avec $\frac{\pi}{2}$ lorsque cosλ est lui-même commensurable ; alors la courbe se ferme après un nombre fini de révolutions autour du point O.

En projection sur le cylindre circonscrit à l'équateur, la ligne de pente développée présente au point A un point double, dont les tangentes sont inclinées de l'angle α sur l'horizontale AS ; l'une des branches correspond à la pente $m = \text{tang}\,\alpha$, l'autre à la pente tang $(-\alpha)$. A la distance $AS = AS' = a\Theta$, on trouve les rebroussements B, B′, B_1, B'_1 sur les parallèles λ et $-\lambda$, avec les tangentes verticales. La courbe B′AB a une inflexion en A ; mais elle peut en avoir deux autres en des points symétriques I, I′ ; car si la pente m est suffisamment petite, l'inclinaison de la courbe commence par décroître de A vers B, puis elle doit croître rapidement pour se trouver infinie au point B. La courbe, dans sa région voisine de A, présente donc un caractère analogue à celui de la courbe à longue inflexion de Watt. Les points d'inflexion I sont situés sur le parallèle défini par la hauteur

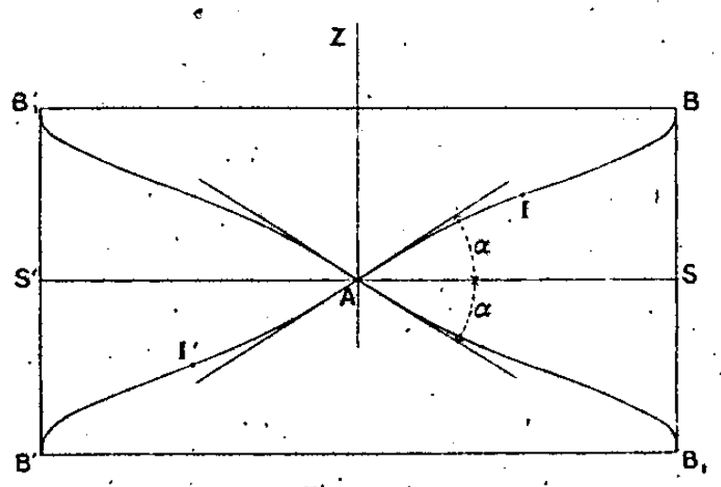


Fig. 10.

$$z = \pm a\sqrt{\frac{1 - m^2}{1 + m^2}} = \pm a\sqrt{\cos 2\alpha}.$$

Ils ne sont réels qu'autant que l'angle de pente α est moindre que la moitié d'un angle droit.

On peut traiter le même problème par l'analyse ; nous l'appliquerons, pour plus de généralité, à l'hyperboloïde de révolution représenté par l'équation

$$z^2 = p^2(r^2 - a^2).$$

Si l'on prend pour variable auxiliaire la fonction

$$u = \sqrt{\frac{p^2r^2}{r^2 - a^2} - m^2},$$

la fonction à intégrer devient une fraction rationnelle en u, et l'on obtient pour équation finale des lignes de pente à l'inclinaison m, en appelant $m\theta_o$ la constante,

$$m\theta = m\theta_o \pm \left(\sqrt{m^2 - p^2}\ \text{arc tang}\ \frac{u}{\sqrt{m^2 - p^2}} - m\ \text{arc tang}\ \frac{u}{m}\right).$$

Cette équation s'applique à la sphère si l'on remplace p^2 par -1 ; à

l'ellipsoïde de révolution si l'on change p^2 en $-p^2$. Appliquée à l'hyperboloïde de révolution, en conservant à p^2 une valeur positive, elle contient les génératrices rectilignes de la surface, si l'on pose $m = \pm p$. L'équation devient alors simplement, en divisant par m,

$$\theta = \theta_0 \pm \text{arc tang } \frac{a}{\sqrt{r^2 - a^2}} = \theta_0 \pm \frac{\pi}{2} \mp \text{arc tang } \frac{\sqrt{r^2 - a^2}}{a}$$

équation d'une tangente quelconque au cercle du collier.

Il serait facile de reconnaître que, pour toutes ces surfaces de révolution du second degré à méridienne courbe, les lignes de pente se projettent sur un plan perpendiculaire à l'axe de révolution suivant une épicycloïde décrite par un point d'un cercle qui roule sur la projection du parallèle limite. Les génératrices rectilignes de l'hyperboloïde échappent à ce mode de génération, parce qu'il n'y a plus alors de parallèle limite. Pour le cône de révolution, une ligne de pente se projette sur un plan normal à l'axe suivant une spirale logarithmique; projetée sur le cylindre de même axe, elle se transforme par le développement en une courbe exponentielle.

§ 4

TRANSPORTS PAR EAU

Nous nous sommes exclusivement occupé jusqu'ici du parcours d'une route solide, où les résistances sont indépendantes de la vitesse et proportionnelles à la pression normale exercée sur le chemin. Les résultats que nous avons obtenus ne sont plus applicables lorsque le trajet est fait à grande vitesse, parce qu'on ne pourrait plus négliger la résistance de l'air. Nous examinerons dans ce dernier paragraphe un autre cas extrême, celui où la résistance à vaincre est une fonction de la vitesse seule. Il en est ainsi pour les transports qui se font par les voies navigables : la résistance est proportionnelle au carré de la vitesse, et le travail de la pesanteur devient nul.

Soit v la vitesse, supposée constante, d'un bâtiment qui se meut, par exemple, à la surface de la mer. La résistance que le bâtiment rencontre est le produit Av^2 du carré de v par un facteur A qui dépend de la section du bâtiment au maître-couple, et aussi des formes données à la coque, en vue de faciliter le mouvement des filets fluides déplacés par la progression du corps flottant. Le travail utile à produire est $Av^2 \times v$, ou Av^3 par unité de temps.

Nous supposerons que le bâtiment ait pour unique moyen de locomotion un propulseur à vapeur. La quantité q de charbon que l'on devra y

brûler par unité de temps pour entretenir la vitesse v, est proportionnelle à ce travail, et l'on peut poser

$$q = \mathrm{K}\mathrm{A}v^3,$$

expression où K est un coefficient qui dépend à la fois du rendement de la machine à vapeur, du rendement particulier de l'appareil de propulsion, et enfin de la qualité du charbon brûlé pour le service de la chaudière.

Si L est la longueur du trajet à accomplir et T la durée du voyage, la vitesse v, restant constante, par hypothèse, pendant tout ce trajet, est égale à $\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{T}}$, et le poids Q du charbon brûlé pendant toute la traversée s'obtiendra en multipliant q par T, ce qui donne

$$\mathrm{Q} = q\mathrm{T} = \mathrm{K}\mathrm{A}v^3 \times \mathrm{T} = \mathrm{K}\mathrm{A}\mathrm{L} \times \frac{\mathrm{L}^2}{\mathrm{T}^2} = \mathrm{K}\mathrm{A}\frac{\mathrm{L}^3}{\mathrm{T}^2}.$$

On voit que Q est proportionnel à L si la vitesse v est donnée ;

Que Q est inversement proportionnel à T^2 si l'on donne la distance L à parcourir ;

Que, pour le même bâtiment, ou pour des bâtiments tels, que le produit KA soit le même pour tous, les quantités Q de charbon qu'ils doivent embarquer pour suffire à différents voyages, sont en raison directe du cube des trajets à effectuer, et en raison inverse du carré des durées assignées à chaque voyage.

On peut admettre que le bâtiment embarque toujours au départ la quantité de charbon que ses soutes permettent d'emmagasiner, et qu'il accomplit des traversées qui exigent la consommation intégrale de toute la provision de combustible. On peut dire alors que *les cubes des distances parcourues sont proportionnels aux carrés des temps mis à les parcourir*, proposition qui présente avec la troisième loi de Kepler une curieuse analogie.

Un bâtiment à vapeur qui quitte un port pour accomplir une longue traversée, doit emporter une provision de charbon qui lui permette d'atteindre, dans les conditions de marche qui lui sont imposées, le premier port où il pourra renouveler cette provision. Soit Q le poids de combustible pour effectuer le trajet total, et Q′ le poids de combustible que le bâtiment peut emmagasiner à la fois ; la valeur entière du quotient $\frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{Q}'}$ exprime le nombre minimum d'escales uniformément espacées que le bâtiment doit rencontrer sur sa route pour l'entretien de sa puissance motrice.

Ces considérations font ressortir la nécessité impérieuse de l'économie

du combustible pour le service d'un bâtiment qui doit effectuer de longs voyages sans relâcher dans aucun port; elles justifient l'emploi dans la marine des machines à vapeur les plus perfectionnées, et font voir comment tout perfectionnement du moteur se traduit par la faculté pour les bâtiments à vapeur d'entreprendre de plus grandes traversées.

M. C.-A. LAISANT

Député, Docteur ès sciences, à Paris.

NOUVELLES REMARQUES SUR LE PROBLÈME DE L'INTERPOLATION

— Séance du 21 septembre 1891 —

Soit à déterminer une fonction linéaire et homogène u de n variables $r, s, t, \ldots w$, connaissant n valeurs $u_1, u_2, \ldots u_n$ de la fonction, correspondant à n systèmes donnés de valeurs des variables, que nous représenterons par les mêmes indices. Nous pouvons écrire

$$u = a_1 r + a_2 s + a_3 t + \ldots + a_n w, \tag{1}$$

ou

$$u - a_1 r - a_2 s - a_3 t - \ldots - a_n w = 0.$$

Cette égalité devant être vérifiée pour tous les systèmes donnés, il s'ensuit que si nous appelons maintenant $u, r, s, \ldots w$ un système particulier quelconque de la fonction et des variables, autre que les systèmes donnés, nous devrons avoir

$$\begin{aligned}
u &- a_1 r &- a_2 s &- \ldots - a_n w &= 0,\\
u_1 &- a_1 r_1 &- a_2 s_1 &- \ldots - a_n w_1 &= 0,\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
u_n &- a_1 r_n &- a_2 s_n &- \ldots - a_n w_n &= 0.
\end{aligned}$$

Si dans ce système d'équations nous regardons $a_1, a_2, \ldots a_n$ comme des inconnues, nous voyons qu'il en résulte l'identité :

$$\mathrm{D} = \begin{vmatrix} u & r & s & t & \ldots & w \\ u_1 & r_1 & s_1 & t_1 & \ldots & w_1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ u_n & r_n & s_n & t_n & \ldots & w_n \end{vmatrix} = 0. \tag{2}$$

Posons

$$(3)\qquad \begin{vmatrix} r_1 & s_1 & t_1 & \dots & w_1 \\ r_2 & s_2 & t_2 & \dots & w_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_n & s_n & t_n & \dots & w_n \end{vmatrix} = \Delta,$$

puis désignons par $\Delta_1, \Delta_2, \dots \Delta_n$ les déterminants obtenus en supprimant les indices dans la première, la deuxième, ... la n^e ligne de Δ; et par $\Delta_r, \Delta_s, \dots \Delta_w$ les déterminants obtenus en remplaçant dans la première, la deuxième, ... la n^e colonne, les éléments par la lettre u affectée des mêmes indices.

Il est aisé de voir qu'en développant D suivant les éléments de sa première ligne, et de sa première colonne, nous aurons les deux formes suivantes pour la relation (2) :

$$(4)\qquad u\Delta = r\Delta_r + s\Delta_s + \dots + w\Delta_w,$$

$$(5)\qquad u\Delta = u_1\Delta_1 + u_2\Delta_2 + \dots + u_n\Delta_n.$$

Les coefficients $a_1, a_2, \dots a_n$ ne sont donc autres que $\frac{\Delta_r}{\Delta}, \frac{\Delta_s}{\Delta}, \dots \frac{\Delta_w}{\Delta}$, ce qui est pour ainsi dire évident; mais en outre la formule (5) nous donne la valeur de la fonction cherchée sous forme linéaire homogène par rapport à $u_1, u_2, \dots u_n$.

Les coefficients $\frac{\Delta_1}{\Delta}, \frac{\Delta_2}{\Delta}, \dots \frac{\Delta_n}{\Delta}$ sont, bien entendu, des fonctions linéaires homogènes des variables. Mais rien ne particularisant celles-ci, on peut les supposer liées entre elles comme on le voudra.

Si par exemple on les remplace par les puissances successives $1, x, x^2, \dots x^{n-1}$ d'une seule variable nouvelle, on remarquera immédiatement que la formule (5) devient identiquement la formule d'interpolation de Lagrange.

Au lieu de cela, il est possible de supposer que u a une forme entière donnée comme l'on voudra, par rapport à plusieurs variables $x, y, z, \dots$ chacune d'elles figurant ainsi dans des termes déterminés avec des degrés déterminés. Du moment où le polynôme ainsi donné a n termes, l'interpolation est déterminée par n systèmes de valeurs de la fonction et des variables.

Comme exemple très simple, soit une fonction $u = ax^2 + by + c$, et les trois systèmes donnés $x_1, y_1, u_1,\ x_2, y_2, u_2, x_3, y_3, u_3$. Nous aurons

$$\begin{vmatrix} x_1^2 & y_1 & 1 \\ x_2^2 & y_2 & 1 \\ x_3^2 & y_3 & 1 \end{vmatrix} u = \begin{vmatrix} x^2 & y & 1 \\ x_2^2 & y_2 & 1 \\ x_3^2 & y_3 & 1 \end{vmatrix} u_1 + \begin{vmatrix} x_1^2 & y^1 & 1 \\ x^2 & y & 1 \\ x_3^2 & y_3 & 1 \end{vmatrix} u_2 + \begin{vmatrix} x_1^2 & y_1 & 1 \\ x_2^2 & y_2^2 & 1 \\ x^2 & y & 1 \end{vmatrix} u_3,$$

ou

$$u = \frac{x_1^2(y_2-y_3)+x_2^2(y_3-y)+x_3^2(y-y_2)}{x_1^2(y_2-y_3)+x_2^2(y_3-y_1)+x_3^2(y_1-y_2)}u_1 + \frac{x_1^2(y-y_3)+x^2(y_3-y_1)+x_3^2(y_1-y)}{x_1^2(y_2-y_3)+x_2^2(y_3-y_1)+x_3^2(y_1-y_2)}u_2 + \frac{x_1^2(y_2-y)+x_2^2(y-y_1)+x^2(y_1-y_2)}{x_1^2(y_2-y_3)+x_2^2(y_3-y_1)+x_3^2(y_1-y_2)}u_3 = Z_1u_1+Z_2u_2+Z_3u_3$$

relation dont la forme est tout à fait analogue à celle de la formule de Lagrange. Comme dans cette dernière, les fonctions Z_1, Z_2, Z_3 se réduisent à l'unité quand on y remplace les variables par leurs valeurs de même indice, et s'annulent quand on y remplace les variables par un des autres systèmes donnés.

Ces diverses formules d'interpolation, à un nombre quelconque de variables et d'une forme entière quelconque, se prêtent à une généralisation que nous avons indiquée déjà dans plusieurs circonstances et qui consiste à remplacer la forme

$$Z_1u_1 + Z_2u_2 + \ldots + Z_nu_n$$

par

$$\varphi\left(Z_1\varphi^{-1}(u_1) + Z_2\varphi^{-1}(u_2) + \ldots + Z_n\varphi^{-1}(u_n)\right)$$

φ étant la caractéristique d'une fonction arbitraire, et φ^{-1} celle de la fonction inverse.

M. S. MANGEOT

Docteur ès sciences, Professeur de Mathématiques spéciales au Lycée de Troyes.

SUR LES SURFACES DE SYMÉTRIE COMMUNES A PLUSIEURS QUADRIQUES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Dans un travail que j'ai présenté comme thèse à la Faculté des Sciences de Paris, j'ai étudié les surfaces de symétrie des quadriques. Je me propose ici de rechercher les surfaces de symétrie communes à deux quadriques, et les propriétés qu'entraîne la relation de symétrie qui les lie à ces quadriques.

Je ne considérerai que des quadriques appartenant aux genres ellipsoïde et hyperboloïde, et les axes de coordonnées que j'emploierai seront supposés rectangulaires.

Je conviendrai que la notation | a, b, c | désigne la quadrique définie par l'équation

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} = \text{const.},$$

la constante du second membre étant une grandeur choisie à volonté.

1. — Pour que deux quadriques S, S′, soient toutes les deux symétriques par rapport à une même surface Σ, il est nécessaire et il suffit qu'elles aient les mêmes plans de symétrie.

Rapportons les trois surfaces aux axes de symétrie ox, oy, oz, de S. Soient

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} = d$$

l'équation de S, et

$$P_i = A_i x + B_i y + C_i z + D_i = 0 \qquad (i = 1, 2, 3)$$

les équations des plans principaux de la quadrique S′. Les lignes de symétrie de S, et celles de S′, sont définies respectivement par les formules

$$x = \alpha u^{\frac{1}{a}}, \quad y = \beta u^{\frac{1}{b}}, \quad z = \gamma u^{\frac{1}{c}},$$

$$P_1 = \alpha' v^{\frac{1}{a'}}, \quad P_2 = \beta' v^{\frac{1}{b'}}, \quad P_3 = \gamma' v^{\frac{1}{c'}},$$

où u et v désignent deux variables indépendantes, et a', b', c' trois grandeurs proportionnelles aux carrés des axes de S′. Les trois premières formules détermineront tous les points de la surface Σ si α, β, γ sont des fonctions convenablement choisies de v, comme aussi les trois dernières formules si α', β', γ' sont des fonctions convenables de u. Or, pour qu'un point quelconque de Σ, déterminé par les premières formules, vérifie les secondes, il faut que, en posant $r_1 = \frac{1}{a'}$, $r_2 = \frac{1}{b'}$, $r_3 = \frac{1}{c'}$, on ait les relations

$$A_i \alpha = g_i v^{r_i}, \quad B_i \beta = h_i v^{r_i}, \quad C_i \gamma = k_i v^{r_i}, \quad D_i = 0 \qquad (i = 1, 2, 3)$$

g_i, h_i, k_i étant des quantités indépendantes de v. Ces quantités seront aussi indépendantes de u, puisque les premiers membres des identités précédentes ne renferment pas u. Ces relations exigent que deux des coefficients A_i soient nuls, que deux des coefficients B_i soient nuls également, ainsi que deux des constantes C_i. Les axes de la quadrique S′ coïncident alors avec les axes ox, oy, oz, de la quadrique S.

Celles des égalités précédentes qui renferment α, β, γ, sont de la forme

$$\alpha = gv^{\frac{1}{a'}}, \quad \beta = hv^{\frac{1}{b'}}, \quad \gamma = kv^{\frac{1}{c'}},$$

et l'on aura, pour définir toutes les surfaces de symétrie Σ communes aux deux quadriques $| a, b, c |$ et $| a', b', c' |$, les formules

$$(1) \qquad x = gu^{\frac{1}{a}}v^{\frac{1}{a'}}, \quad y = hu^{\frac{1}{b}}v^{\frac{1}{b'}}, \quad z = ku^{\frac{1}{c}}v^{\frac{1}{c'}},$$

g, h, k désignant des constantes quelconques indépendantes de u et v.

L'équation cartésienne de ces surfaces Σ est

$$x^{aa'(bc'-cb')}\, y^{bb'(ca'-ac')}\, z^{cc'(ab'-ba')} = \text{const.}$$

Toute surface du second ordre passant par l'intersection des deux quadriques précédentes est, comme celles-ci, symétrique par rapport à chacune des surfaces Σ.

J'ajoute que toute équation donnée de la forme

$$x^m y^n z^r = \text{const.}$$

représente une surface de symétrie d'une infinité de quadriques : ce sont toutes les quadriques $| A, B, C |$ satisfaisant à la condition

$$\frac{m}{A} + \frac{n}{B} + \frac{r}{C} = 0,$$

qui exprime que l'équation est homogène par rapport à x^A, y^B, z^C.

2. — Lorsque deux quadriques concentriques sont homofocales ou homothétiques à deux quadriques homofocales, celles de leurs lignes de symétrie qui sont situées sur une surface de symétrie commune aux deux quadriques forment sur cette surface un réseau conjugué.

Employons les formules (1) pour définir une surface de symétrie commune à deux quadriques $| a, b, c |$, $| a', b', c' |$. Les courbes $v = \text{const.}$, $u = \text{const.}$, sont respectivement des lignes de symétrie des deux quadriques. Elles formeront deux systèmes conjugués sur la surface si l'on a

$$(b-c)\alpha \frac{d\beta}{dv}\frac{d\gamma}{dv} + (c-a)\beta \frac{d\gamma}{dv}\frac{d\alpha}{dv} + (a-b)\gamma \frac{d\alpha}{dv}\frac{d\beta}{dv} = 0,$$

α, β, γ ayant les valeurs $gv^{\frac{1}{a'}}$, $hv^{\frac{1}{b'}}$, $kv^{\frac{1}{c'}}$. Cette condition peut s'écrire

$$a(b'-c') + b(c'-a') + c(a'-b') = 0,$$

et l'on voit qu'elle exprime que les deux quadriques $| a, b, c |$, $| a', b', c' |$ sont semblables à deux quadriques homofocales.

3. — Si Λ et Λ_1 désignent les deux familles de lignes asymptotiques

d'une surface de symétrie commune à deux quadriques, il existe deux quadriques qui sont symétriques, l'une par rapport à toutes les courbes Λ, l'autre par rapport à toutes les courbes Λ_1.

Soient $|\ a, b, c\ |$, $|\ a', b', c'\ |$ les deux quadriques considérées et $x^m y^n z^r = \text{const.}$ l'équation de la surface. Donnons-nous les trois relations

$$\frac{m}{A} + \frac{n}{B} + \frac{r}{C} = 0 \qquad \frac{m}{A'} + \frac{n}{B'} + \frac{r}{C'} = 0,$$

$$A'(B - C) + B'(C - A) + C'(A - B) = 0,$$

dont les deux dernières peuvent s'écrire

$$A' : B' : C' = \frac{m}{A(B - C)} : \frac{n}{B(C - A)} : \frac{r}{C(A - B)}.$$

Les deux quadriques $|\ A, B, C\ |$, $|\ A', B', C'\ |$ seront toutes deux symétriques aussi par rapport à la surface, et celles de leurs lignes de symétrie qui appartiennent à la surface formeront deux systèmes conjugués (2). On peut faire en sorte que la seconde de ces deux quadriques vienne coïncider avec la première (ou avec l'une de ses homothétiques). Il suffit pour cela que l'on ait

$$\frac{A^2(B - C)}{m} = \frac{B^2(C - A)}{n} = \frac{C^2(A - B)}{r},$$

relations qui équivalent à celles-ci :

$$\frac{m}{A} + \frac{n}{B} + \frac{r}{C} = 0, \quad \frac{m}{A^2} + \frac{n}{B^2} + \frac{r}{C^2} = 0.$$

Alors les lignes de symétrie de la quadrique $|\ A, B, C\ |$ situées sur la surface se confondront avec leurs conjuguées. Si donc $A : B : C = A_1 : B_1 : C_1$ et $A : B : C = A_2 : B_2 : C_2$ sont les solutions des deux équations précédentes, toutes les lignes asymptotiques de l'une des deux familles Λ, Λ_1 seront des lignes de symétrie de la quadrique $|\ A_1, B_1, C_1\ |$ et les lignes asymptotiques de l'autre famille seront pareillement des courbes de symétrie de la quadrique $|\ A_2, B_2, C_2\ |$.

4. — On peut voir que, sur toute surface de symétrie commune à deux quadriques $|\ a, b, c\ |$, $|\ a', b', c'\ |$, les lignes de symétrie de chacune d'elles touchent les lignes de courbure de la surface en des points dont le lieu est une courbe située sur un cône du second ordre, également symétrique par rapport à la surface. En effet, la surface étant encore représentée par l'équation $x^m y^n z^r = \text{const.}$, on peut faire passer, par tout point $M(x, y, z)$ de cette surface, une ligne de symétrie de la quadrique $|\ a, b, c\ |$ et une courbe de symétrie de la quadrique $\left|\ \frac{m}{a(b - c)}, \frac{n}{b(c - a)},\right.$

$\left|\frac{r}{c(a-b)}\right|$, puisque chacune de ces quadriques est symétrique par rapport à la surface. Les tangentes à ces deux lignes, au point M, ont pour équations

$$a\left(\frac{X}{x}-1\right)=b\left(\frac{Y}{y}-1\right)=c\left(\frac{Z}{z}-1\right)$$

et $$\frac{m}{a(b-c)}\left(\frac{X}{x}-1\right)=\frac{n}{b(c-a)}\left(\frac{Y}{y}-1\right)=\frac{r}{c(a-b)}\left(\frac{Z}{z}-1\right).$$

Elles seront rectangulaires si le point M satisfait à la condition

$$(b-c)\frac{x^2}{m}+(c-a)\frac{y^2}{n}+(a-b)\frac{z^2}{r}=0.$$

Or, elles sont (3) deux tangentes conjuguées de la surface. Donc ce sont ses tangentes principales au point M. Le cône du second ordre représenté par l'équation qui précède est symétrique par rapport à la surface.

Si les deux quadriques $|a, b, c|$, $|a', b', c'|$ sont homofocales, ce cône est le même pour les deux quadriques, et il passe par leur intersection. Dès lors, le cône du second degré qui contient l'intersection de deux quadriques homofocales coupe toute surface de symétrie commune aux deux quadriques suivant une courbe telle que si l'on prend un point quelconque sur la courbe, les tangentes principales de la surface en ce point sont perpendiculaires aux plans polaires de ce même point par rapport aux deux quadriques.

5. — Je considère les surfaces Φ qui, relativement à trois axes de coordonnées rectangulaires ox, oy, oz, correspondent à l'équation

$$x^m y^n z^r = k$$

où je suppose maintenant que m, n, r, sont trois grandeurs données à volonté, positives ou négatives, k étant une constante arbitraire.

Je vais indiquer quelques propriétés de ces surfaces auxquelles on est conduit en les regardant comme des surfaces de symétrie de quadriques.

Les quadriques dont les surfaces Φ sont des surfaces de symétrie sont les quadriques (S) représentées par l'équation

$$\lambda\left(\frac{x^2}{m}-\frac{y^2}{n}\right)+\mu\left(\frac{x^2}{m}-\frac{z^2}{r}\right)+\nu=0$$

qui renferme deux paramètres.

On peut s'assurer que les quadriques (S) sont toutes les surfaces du second ordre ayant pour axes ox, oy, oz, et qui sont normales aux surfaces Φ. D'où il résulte que, si une quadrique symétrique par rapport à ox, oy, oz est normale à l'une des surfaces Φ en l'un quelconque de ses

points, elle sera symétrique par rapport à chacune des surfaces Φ et par suite les rencontrera toutes et partout à angle droit. Une autre conséquence est que si deux quadriques ayant pour axes ox, oy, oz sont normales à l'une des surfaces Φ, toutes les quadriques qui passent par leur intersection présenteront la symétrie par rapport à chaque surface Φ.

6. — Les normales abaissées de l'origine sur toutes les surfaces Φ ont pour équation

$$\frac{x^2}{m} = \frac{y^2}{n} = \frac{z^2}{r}.$$

Elles passent par les ombilics de ces surfaces. Celles des quadriques (S) qui correspondent à l'hypothèse $\nu = 0$ sont les cônes passant par ces quatre droites. Donc :

Si l'on considère les quatre normales menées par l'origine à une surface Φ, le plan de deux quelconques de ces droites est symétrique du plan des deux autres par rapport à chacune des surfaces Φ, qu'il rencontre partout orthogonalement; tout cône du second ordre qui contient ces quatre normales est symétrique par rapport à l'une quelconque des surfaces Φ.

7. — Parmi les quadriques (S) se trouvent des surfaces de révolution, ainsi que les cylindres ayant les équations

$$\frac{y^2}{n} - \frac{z^2}{r} = \text{const.}, \qquad \frac{z^2}{r} - \frac{x^2}{m} = \text{const.}, \qquad \frac{x^2}{m} - \frac{y^2}{n} = \text{const.}$$

On a donc ces deux propositions, eu égard à une propriété générale des surfaces de symétrie des quadriques de révolution :

Les cylindres qui projettent, sur les plans de coordonnées, les lignes de plus grande pente d'une surface Φ relatives à ces plans sont tous symétriques par rapport à la surface.

Les sections d'une surface Φ par les plans perpendiculaires à un axe de coordonnées sont conjuguées de ses sections par les plans qui contiennent cet axe.

8. — D'après ce qui a été dit plus haut, les lignes asymptotiques Λ, Λ_1 de chaque famille, dans les surfaces Φ, sont des lignes de symétrie de deux quadriques faisant partie du système (S). Les propriétés des lignes de symétrie des quadriques permettent alors de formuler ces propositions :

Si un point M se déplace sur la courbe d'intersection d'un plan P et de l'une des surfaces Φ, les deux plans menés par M perpendiculairement aux deux tangentes asymptotiques touchent constamment deux surfaces fixes du second ordre, et le plan tangent en M roule sur une surface du quatrième ordre.

Si l'on coupe toutes les surfaces Φ par une même droite D, la normale

en chaque point de rencontre M est parallèle à l'une des génératrices d'un cône du second ordre déterminé; les deux plans normaux, au point M, aux deux lignes asymptotiques qui se coupent en ce point enveloppent deux cylindres paraboliques; les deux axes de courbure de ces lignes se projettent sur chaque plan de coordonnées suivant les tangentes de deux paraboles, leurs centres de courbure décrivent deux courbes du sixième ordre, et les centres de leurs sphères osculatrices se déplacent sur deux quartiques gauches.

On suppose que le plan P et la droite D n'ont aucune liaison géométrique avec les axes de coordonnées.

9. — Dans ce qui va suivre, je désignerai par :

Δ, la droite menée par l'origine *o* et qui fait des angles égaux avec les trois directions *ox*, *oy*, *oz*;

Π, un plan ayant ses coordonnées à l'origine proportionnelles aux trois grandeurs données *m*, *n*, *r*;

Γ, le cône du second ordre, déterminé, qui contient les trois droites *ox*, *oy*, *oz*, et dont les plans tangents, le long de ces droites, sont parallèles aux traces du plan Π sur les trois plans de coordonnées.

L'une des tangentes asymptotiques en chaque point M (x_o, y_o, z_o) de la surface Φ est définie par les formules

$$a\left(\frac{x}{x_o}-1\right)=b\left(\frac{y}{y_o}-1\right)=c\left(\frac{z}{z_o}-1\right),$$

a, *b*, *c* satisfaisant aux deux équations .

$$\frac{m}{a}+\frac{n}{b}+\frac{r}{c}=0, \quad \frac{m}{a^2}+\frac{n}{b^2}+\frac{r}{c^2}=0,$$

dont la seconde peut s'écrire, en tenant compte de la première,

$$a(n+r)+b(r+m)+c(m+n)=0.$$

Si l'on regarde *a*, *b*, *c*, comme des coordonnées courantes, la première équation représente le cône Γ, et la dernière le plan diamétral de ce cône qui est conjugué de la droite Δ. De là ce théorème :

Soient oA_1, oA_2, les deux génératrices de contact des plans tangents menés par la droite Δ au cône Γ; x_1, y_1, z_1 et x_2, y_2, z_2 les coordonnées de deux points A_1, A_2, pris arbitrairement sur les deux droites oA_1, oA_2. Les tangentes asymptotiques en chaque point de la surface Φ sont les perpendiculaires abaissées de ce point sur les plans polaires de ce même point par rapport aux deux quadriques $|\, x_1, y_1, z_1 \,|$ et $|\, x_2, y_2, z_2 \,|$.

Les indicatrices de la surface Φ sont, dès lors, toutes elliptiques ou toutes hyperboliques, suivant que la droite Δ est intérieure ou extérieure

au cône Γ. La surface est un cône lorsque Δ est une génératrice du cône Γ.

Les lignes asymptotiques de chaque surface Φ sont des lignes de symétrie des deux quadriques $| x_1, y_1, z_1 |$, $| x_2, y_2, z_2 |$. Elles sont définies analytiquement par l'une et l'autre des deux formules

$$x^{x_1} : y^{y_1} = \text{const.}, \qquad x^{x_2} : y^{y_2} = \text{const.}$$

Toutes les quadriques homothétiques et concentriques aux deux précédentes découperont sur les surfaces Φ les trajectoires orthogonales de leurs lignes asymptotiques.

10. — Soient maintenant a, b, c, trois quantités vérifiant les relations

$$\frac{m}{a} + \frac{n}{b} + \frac{r}{c} = 0, \qquad (b-c)\frac{x_0^2}{m} + (c-a)\frac{y_0^2}{n} + (a-b)\frac{z_0^2}{r} = 0.$$

Si l'on considère les deux quadriques $| a, b, c |$ et $\left| \frac{m}{a(b-c)}, \frac{n}{b(c-a)}, \frac{r}{c(a-b)} \right|$, on peut disposer des deux constantes qui figurent dans leurs équations, de manière que les deux quadriques soient homofocales. Alors le cône du second ordre qui contient leur intersection passera par le point M, et les axes de l'indicatrice de la surface Φ en ce point seront (4) perpendiculaires aux plans polaires de M par rapport aux deux quadriques. En interprétant les deux relations précédentes, on est alors conduit au théorème qui suit :

Soient M un point de la surface Φ; E l'ellipsoïde qui a pour centre le point o et pour sommets les projections de M sur les trois axes de coordonnées; P le plan déterminé par la droite Δ et par le diamètre de l'ellipsoïde E qui est conjugué du plan Π. Si x_3, y_3, z_3 sont les coordonnées d'un point pris à volonté sur l'une ou l'autre des deux droites d'intersection du plan P avec le cône Γ, on obtient une tangente principale de la surface Φ au point M en abaissant de ce point la perpendiculaire sur le plan polaire du même point M par rapport à la quadrique $| x_3, y_3, z_3 |$.

On voit que l'on peut construire, à l'aide de quadriques auxiliaires, les tangentes principales et les tangentes asymptotiques des surfaces Φ, par deux méthodes d'ailleurs indépendantes l'une de l'autre.

11. — Voici encore un théorème qui permet de construire les centres de courbure des sections normales dans les surfaces Φ. Il repose : 1° sur cette remarque que l'on peut appliquer sur la surface une ligne de symétrie d'une des quadriques (S) qui soit en contact avec une tangente donnée de la surface; 2° sur une construction que j'ai indiquée du centre de courbure dans les lignes de symétrie des quadriques en général. Ce théorème est le suivant :

MT étant une tangente en un point M d'une surface Φ, soient G la quadrique qui a pour axes ox, oy, oz, et qui rencontre normalement MT au point M; H, le plan symétrique, par rapport au point M, du plan diamétral de la quadrique G conjugué des cordes parallèles à MT. Le centre de courbure de la section normale tangente à MT est dans le plan H.

12. — L'équation

$$x^{a(b-c)}\, y^{b(c-a)}\, z^{c(a-b)} = \text{const.},$$

qui représente tous les cônes de symétrie de la quadrique $|\, a, b, c \,|$, ne se modifie pas lorsqu'on suppose que a, b, c varient de telle sorte que le rapport $\left(1-\frac{b}{a}\right) : \left(1-\frac{b}{c}\right)$ conserve une valeur constante. De là ces propositions :

Pour que deux surfaces du second ordre qui ont les mêmes plans principaux soient toutes deux symétriques par rapport à un même cône, il faut et il suffit qu'elles admettent un même plan cyclique.

Si l'on coupe une quadrique par une sphère concentrique, la courbe d'intersection présente la symétrie par rapport à une infinit de cônes.

Toutes les quadriques qui passent par deux mêmes grands cercles d'une sphère sont symétriques par rapport à une infinité de cônes. Ces cônes sont du second ordre lorsque les deux cercles se coupent à angle droit.

M. Aug. GOB

Professeur à l'Athénée royal de Hasselt (Belgique).

SUR UNE SÉRIE DE QUADRANGLES

— Séance du 23 septembre 1891 —

I

PRÉLIMINAIRES

1. — L'équipollence $xx' + ax + a'x' + b = 0$ se ramène à la forme :

$$(x-\alpha)(x'-\alpha') = \beta.$$

Elle représente une transformation que nous désignerons sous le nom d'*inversion générale à deux pôles* (*).

(*) Voir : MÖBIUS, *Kreisverwandschaft*, *Œuvres complètes*, t. II, p. 245; et J. DE CRELLE, t. LII; LAISANT, *Équipollences*, p. 168.

Si I, J′ sont les points dont les vecteurs sont α, α' et A, A′ deux points correspondants quelconques, on aura l'équipollence IA.J′A′ $= \beta$. Donc les rayons IA, J′A′ ont un produit constant et forment des angles égaux, mais de sens contraires, avec une direction fixe.

Trois couples de points correspondants A et A′, B et B′, C et C′ suffisent pour définir la transformation. Dans ce qui suivra nous désignerons une telle inversion par l'indication de trois couples de points correspondants : (AA′, BB′, CC′) (*).

Cette transformation possède deux points doubles E, E′, toujours réels, donnés par l'équipollence $(x - \alpha)(x - \alpha') = \beta$, et qui forment avec les pôles I, J′ un parallélogramme IEJ′E′.

2. — Si $\alpha = \alpha'$, la transformation est réversible, et prend le nom d'*involution*. Les deux pôles I et J′ coïncident, et deux couples de points correspondants suffisent pour définir la transformation. Dans la suite, nous désignerons l'involution soit par deux couples de points correspondants : (AA′, BB′), soit par un couple et le pôle : (AIA′).

3. — Considérons un triangle ABC, et les trois involutions BAC, CBA, ACB. Appelons P_a, P_b, P_c les homologues d'un point P. Les triangles P_aBC, AP_bC, ABP_c sont directement semblables, comme il est aisé de le démontrer (**). De plus, les triangles podaires et métaharmoniques (***) de ABC par rapport à ce point P sont inversement semblables aux triangles P_aBC, AP_bC, ABP_c.

De la similitude des triangles P_aBC, AP_bC, on tire que les points P_a et P_b se correspondent dans l'involution ACB. De même P_b et P_c se correspondent dans l'involution BAC, P_c et P_a dans l'involution ABC.

Dans la suite, nous dirons que les quatre points P, P_a, P_b, P_c sont *involutivement associés* par rapport au triangle ABC.

4. — Étant donnés deux triangles ABC, A′B′C′, on peut se proposer de chercher la relation existant entre deux points P et P′ dont les triangles podaires ou métaharmoniques par rapport à ABC et A′B′C′ sont directement semblables.

Soient P_a et P_a les correspondants de P et P′, respectivement dans les involutions BAC et B′A′C′. D'après le § **3**, les triangles P_aBC, $P'_aB'C'$ étant inversement semblables aux triangles podaires de P et de P′ seront directement semblables entre eux.

Entre les rayons vecteurs x', y' de P_a et de P'_a, il y aura donc une équi-

(*) Il existe une transformation analogue qui peut se définir comme suit : Si I et J′ sont deux pôles fixes et A, A′ deux points correspondants quelconques, les rayons IA, J′A′ ont un produit constant et forment entre eux un angle constant. Elle possède deux points doubles, qui sont avec les points I, J′ les sommets d'un contre-parallélogramme. Ces points doubles peuvent être imaginaires.

(**) Voir notre note : *Sur quelques transformations de figures, Congrès de Limoges*, p. 1.

(***) Nous appelons *polygone métaharmonique* A′B′C′... d'un polygone ABC... par rapport à un point P, tout polygone dont les sommets A′, B′, C′..., correspondent aux sommets A, B, C... du second dans une transformation par rayons vecteurs réciproques de pôle P.

pollence de la forme : $mx' + ny' + p = 0.$

Mais, si x, y, désignent les rayons vecteurs de P et de P′ on aura les équipollences :

$$xx' + \alpha(x + x') + \beta = 0$$
$$yy' + \alpha'(y + y') + \beta' = 0.$$

En éliminant x', y' entre ces relations, on trouve une équipollence de la forme : $$xy + Mx + Ny + P = 0.$$

Donc P et P′ se correspondent dans une inversion générale à deux pôles. Il est aisé de voir que les points A et A′, B et B′, C et C′ sont des éléments correspondants de cette inversion. Si I et J′ désignent donc les pôles de la transformation, on aura les équipollences :

$$IA.J'A' = IB.J'B' = IC.J'C'.$$

Les faisceaux I(ABC), J′(A′B′C′) sont donc inversement égaux et le produit de deux rayons homologues est constant. Par conséquent, les points I et J′ sont les points dont les triangles podaires, ou métaharmoniques, par rapport à ABC et à A′B′C′ respectivement sont inversement semblables à A′B′C′ et à ABC. Ces points ont reçu le nom de *seconds centres métaharmoniques* des triangles ABC, A′B′C′ (*).

On peut remarquer que si I_a et J'_a sont les correspondants de I et de J dans les involutions BAC, B′A′C′, les triangles IBC, J′B′C′ sont directement semblables aux triangles A′B′C′, ABC. Cette remarque donne une construction simple des points I et J′ (**).

Observons enfin que chacun des points doubles E, E′ de la transformation a des triangles podaires semblables par rapport aux triangles ABC, A′B′C′.

5. — Considérons un quadrangle ABCD, et soit O le pôle de l'involution (AC, BD). Les points A et C, B et D étant conjugués dans cette involution, les triangles métaharmoniques de ABC, BCD, CDA, DAB, par rapport au point O seront inversement semblables aux triangles CDA, DAB, ABC, BCD. On a donc le théorème suivant :

Étant donné un quadrangle ABCD, *les seconds centres métaharmoniques des couples de triangles* ABC *et* CDA, BCD *et* DAB, *sont quatre points coïncidants.*

On arriverait à des théorèmes analogues, en considérant les involutions (AB, CD), (BC, AD).

(*) *Congrès de Paris :* NEUBERG et GOB, *Sur les foyers de Steiner. Roucher et de Comberousse,* 6e édition, p. 450.

(**) On aurait pu chercher la relation existant entre P et P′ à la condition que leurs triangles podaires par rapport à ABC et A′B′C′ fussent inversement semblables. En considérant un triangle symétrique de A′B′C′, on aurait trouvé que, dans ce cas, P et P′ se correspondent dans une inversion du genre de celle dont nous avons parlé au § I (en note) et dont les pôles ont reçu le nom de premiers centres métaharmoniques des triangles ABC, A′B′C′.

On peut aussi remarquer que le point double O de l'involution (AC, BD) est le centre de similitude des figures semblables construites sur AB et DC ou sur AD et BC. On voit par là que les points doubles des trois involutions considérées sont les foyers des trois paraboles dont chacune est tangente à deux couples de côtés opposés du quadrangle ABCD.

Si P et P′ sont deux points conjugués dans l'involution (AC, BD), d'après le paragraphe précédent, les triangles métaharmoniques de P par rapport aux triangles ABC, BCD, CDA, DAB, sont directement semblables aux triangles métaharmoniques de P′ par rapport aux triangles CDA, DAB, ABC, BCD. Il résulte de là que les quadrangles métaharmoniques de P et de P′ par rapport aux quadrangles ABCD, CDAB respectivement, sont directement semblables.

O ayant pour correspondant dans l'involution (AC, BD) tout point à l'infini, on voit que le quadrangle métaharmonique de O est inversement semblable à CDAB.

Les points doubles de chacune des involutions (AC, BD), (AD, BC), (AB, CD) ont pour quadrangles métaharmoniques des parallélogrammes (*).

II

QUADRANGLES MÉTAHARMONIQUES DÉRIVÉS D'UN MÊME QUADRANGLE FIXE

6. — Nous nous proposons d'étudier la série de quadrangles que l'on obtient en prenant les quadrangles métaharmoniques d'un quadrangle fixe ABCD par rapport à un point variable. Soit A′B′C′D′ un quadrangle quelconque de la série, on sait que l'on a les équipollences :

$$\frac{AB.CD}{A'B'.C'D'} = \frac{BC.AD}{B'C'.A'D'} = \frac{AC.BD}{A'C'.B'D'}.$$

Ces équipollences suffisent pour définir la série. Elles impliquent les égalités d'angles :

$$BAD + BCD = B'A'D' + B'C'D',\ ABC + ADC = A'B'C' + A'D'C'$$

$$ABD - ACD = A'B'D' - A'C'D',\ \text{etc.}$$

7. — *Représentation graphique.* — Soit P un point quelconque du plan ABCD, et soit A′B′C′D′ le quadrangle métaharmonique de P par rapport à ABCD. Désignons par X et Y les correspondants de P dans les involutions BAD, BCD. D'après ce que nous avons vu au § **3**, les triangles B′A′D′, B′C′D′ sont inversement semblables aux triangles BXD, BYD, et, par suite, le quadrangle XBYD est inversement semblable au quadrangle A′B′C′D′.

(*) Le problème : transformer, par inversion, un quadrangle donné en un parallélogramme a été traité dans les *Wiskundige Opgaven*, Deel IV, p. 67.

D'autre part, si l'on désigne par x, y, x' les vecteurs de X, Y, P on a, à cause des involutions PAX, PCY, des équipollences de la forme :

$$xx' + m(x + x') + n = 0$$

$$yx' + m'(y + x') + n' = 0.$$

En éliminant x' on obtient l'équipollence :

$$xy + \mathrm{K}x + \mathrm{K}'y + \mathrm{K}'' = 0.$$

Donc, X, Y se correspondent dans une inversion à deux pôles. D'où l'on déduit le théorème suivant :

Si, sur une base fixe BD, *prise comme côté, on construit des quadrangles* XBYD *semblables aux quadrangles métaharmoniques d'un quadrangle fixe, les deux sommets libres* X *et* Y *se correspondent dans une inversion.*

8. — Cherchons les éléments de cette inversion. Lorsque Y est à l'infini, P est en C et X prend une certaine position ω résultant de l'équipollence : $\mathrm{AC}.\mathrm{A}\omega = \mathrm{AB}.\mathrm{AD}$. Donc les pôles I et J' de la transformation se déduisent des équipollences :

$$\mathrm{AI}.\mathrm{AC} = \mathrm{AB}.\mathrm{AE}, \quad \mathrm{CJ}'.\mathrm{CA} = \mathrm{CB}.\mathrm{CD}.$$

D'après le § **3**, le triangle métaharmonique de I par rapport à ABD sera inversement semblable à CBD. Il résulte de là que I et J' sont les seconds centres métaharmoniques des triangles ABD, CBD.

Lorsque Y est en B, P est en D et X en B ; donc les points B et D sont les points doubles de la transformation.

9. — Les quadrangles BXDY, B'A'D'C' étant semblables, on a le théorème suivant :

Dans une inversion générale à deux pôles, si B et D désignent les points doubles, et XY deux points correspondants quelconques, on a les équipollences :

$$\frac{\mathrm{BX}.\mathrm{DY}}{\mathrm{XY}.\mathrm{BD}} = \mathrm{c^{te}}, \qquad \frac{\mathrm{DX}.\mathrm{BY}}{\mathrm{XY}.\mathrm{BD}} = \mathrm{c^{te}},$$

ou

$$\mathrm{XY} = k.\mathrm{BX}.\mathrm{DY} = k'.\mathrm{DX}.\mathrm{BY},$$

k et k' désignant des constantes.

On remarquera que ces équipollences donnent les égalités d'angles :

$$\mathrm{BXD} + \mathrm{BYD} = \mathrm{c^{te}},$$

$$\mathrm{BXY} - \mathrm{BDY} = \mathrm{c^{te}}, \text{ etc.}$$

10. — Soient α_1, α_2, α_3 les pôles des involutions (AB, CD), (AC, BD), (AD, BC). Les points A, B, C, D sont involutivement associés par rapport au triangle $\alpha_1\alpha_2\alpha_3$. En effet, le point A, par exemple, a pour correspondants

dans ces trois involutions les points B, C, D, etc. Les points α_1, α_2, α_3 sont les points dont les quadrangles métaharmoniques par rapport à ABCD sont inversement semblables respectivement aux quadrangles BADC, CDAB, DCBA (§ **5**). On peut donc, de trois manières différentes, transformer, par inversion, un quadrangle en un autre qui lui soit semblable.

Désignons maintenant par P, P_1, P_2, P_3 quatre points involutivement associés par rapport au triangle $\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3$. D'après ce que nous avons vu au § **5**, les points P_1, P_2, étant conjugués dans l'involution (AC, BD), sont tels que leurs quadrangles métaharmoniques par rapport à ABCD et CDAB respectivement sont directement semblables entre eux. On démontrerait des théorèmes analogues pour les autres couples P et P_1, P_2 et P_3, etc. Donc :

Si P(ABCD), P_1(ABCD), P_2(ABCD), P_3(ABCD) *désignent les quadrangles métaharmoniques des points* P, P_1, P_2, P_3 *par rapport au quadrangle* ABCD, *les quadrangles* P(ABCD), P_1(BADC), P_2(CDAB), P_3(DCBA) *sont directement semblables.*

On voit par là que le problème : Transformer par inversion un quadrangle en un quadrangle semblable à un quadrangle donné, comporte, lorsqu'il est possible, quatre solutions, et que les quatre centres d'inversion sont involutivement associés par rapport à un triangle fixe $\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3$.

11. — Soient φ_{α_1} et φ'_{α_1}, φ_{α_2} et φ'_{α_2}, φ_{α_3} et φ'_{α_3} les points doubles des involutions $\alpha_2\alpha_1\alpha_3$, $\alpha_1\alpha_2\alpha_3$, $\alpha_1\alpha_3\alpha_2$. Le quadrangle métaharmonique de chacun des points $\varphi\alpha_1$, $\varphi'\alpha_1$ .... sera un parallélogramme. En effet, si l'on désigne par a, b, c, d, f' les inverses de A, B, C, D, $\varphi'\alpha_1$ par rapport à $\varphi\alpha_1$, les quadrilatères $A\varphi\alpha_1B\varphi'\alpha_1$, $C\varphi\alpha_1D\varphi'\alpha_1$ étant harmoniques, f' sera le milieu des segments ab et cd et, par suite, la figure $acbd$ sera un parallélogramme.

On aurait pu aussi remarquer que $\varphi\alpha_1$ se correspondant à lui-même dans l'involution $\alpha_1\alpha_2\alpha_3$, les quadrangles $abcd$, $badc$ doivent être directement semblables, ce qui exige que la figure $acbd$ soit un parallélogramme.

12. — Supposons maintenant que le quadrangle ABCD soit inscriptible dans un cercle. Les points I et J' (§ 7) sont alors situés sur BD. On voit aisément que si X' et Y' sont les symétriques de X et de Y par rapport à BD, on a l'équipollence :

$$IX \,.\, J'Y = IX' \,.\, J'Y'.$$

Donc X', Y' sont des points correspondants dans l'inversion définie par le couple XY et les pôles I, J'. Le quadrangle X'BY'D est donc inversement semblable à un quadrangle métaharmonique de ABCD. Par conséquent, s'il est possible d'obtenir un quadrangle de forme donnée, et métaharmonique du quadrangle inscriptible ABCD, il est aussi possible

d'obtenir un quadrangle inversement semblable au premier et métaharmonique de ABCD.

Cherchons la relation entre deux points P, Q ayant des quadrangles métaharmoniques inversement semblables. Ces points correspondent évidemment, dans l'involution BAD, à deux points X et X′ symétriques par rapport à BD. Or, toute circonférence passant par X et X′ coupera orthogonalement BD; donc, toute circonférence passant par P et Q coupera orthogonalement le cercle ABD. Il résulte de là que P et Q sont inverses par rapport au cercle ABCD.

On voit donc que le problème: transformer par inversion un quadrangle inscriptible dans un cercle en un centre semblable à un quadrangle donné comporte, lorsqu'il est possible, huit solutions. En effet, à chacun des points P, P_1, P_2, P_3 considérés au § **10**, on pourra associer les points Q, Q_1, B_2, Q_3, inverses des premiers par rapport au cercle ABCD.

Il est, d'ailleurs, aisé de voir que les points Q, Q_1, Q_2, Q_3 sont involutivement associés par rapport au triangle $\alpha_1\alpha_2\alpha_3$.

Dans le cas du quadrangle inscriptible, on démontrera sans peine que le triangle $\alpha_1\alpha_2\alpha_3$ est le triangle orthique du triangle ayant pour sommets les points de rencontre des côtés opposés du quadrangle.

13. — Supposons maintenant que le quadrangle ABCD soit harmonique. Les points I, J′ se confondront avec le milieu M de BD. Si l'on désigne par X″, Y″ les symétriques des points X, Y par rapport à la médiatrice MO de BD, on aura l'équipollence :

$$MX \,.\, MY = MX'' \,.\, MY''.$$

L'inversion XMY devient une involution et X″, Y″ sont conjugués dans cette évolution. Par suite, le quadrangle X″BY″D est semblable à un quadrangle métaharmonique de ABCD. Mais le quadrangle XBYD est symétrique du quadrangle X″DY″B. Donc si P et R désignent les correspondants de X et de X″ dans l'involution BAD, les quadrangles métaharmoniques de P et R seront symétriquement semblables.

Cherchons la relation existant entre P et R. Tout cercle passant par X et X″ coupe orthogonalement la droite MO médiatrice de BD. Donc tout cercle passant par P et R coupera orthogonalement le cercle qui correspond à la droite MO. Or, ce dernier cercle devra couper orthogonalement le cercle ABCD transformé de la droite BD et passer par A et C. C'est donc un des cercles d'Apollonius des triangles ABD, CBD. Les points P et R seront donc inverses par rapport à ce cercle.

Un théorème analogue existe pour deux points P et S inverses par rapport au cercle d'Apollonius passant par B et D. Les points R et S seront conjugués dans l'involution $\alpha.\alpha_1\alpha_3$.

Le problème : transformer par inversion un quadrangle harmonique en un quadrangle harmonique donné comporte donc seize solutions.

En résumé, on peut dresser le tableau suivant dans lequel les quadrangles métaharmoniques de chaque point pris par rapport au quadrangle placé en regard, sont semblables entre eux.

De plus, nous avons affecté chaque quadrangle du signe + ou du signe — suivant l'orientation du quadrangle métaharmonique auquel il donne lieu :

P	+ ABCD	Q	— ABCD
P_1	+ BADC	Q_1	— BADC
P_2	+ CDAB	Q_2	— CDAB
P_3	+ DCBA	Q_3	— DCBA
R	— ADCB	T	+ ADCB
R_1	— BCDA	T_1	+ BCDA
R_2	— CBAD	T_2	+ CBAD
R_3	— DABC	T_3	+ DABC

Les deux premiers groupes s'obtiennent déjà dans le quadrangle inscriptible, le premier dans le quadrangle quelconque.

On passe d'un point à un autre du même groupe par l'une des involutions $\alpha_2\alpha_1\alpha_3$, $\alpha_1\alpha_2\alpha_3$, $\alpha_1\alpha_3\alpha_2$. On passe d'un point du premier (troisième) au point de même rang du second (quatrième) par une inversion par rapport au cercle ABCD. Enfin, l'on passe d'un point du premier (second groupe) au point de même rang du troisième (quatrième) par une inversion par rapport au cercle d'Apollonius.

III

CERCLES REMARQUABLES DANS LE QUADRANGLE HARMONIQUE

14. — Considérons un quadrangle harmonique ABCD et conservons toutes les notations précédentes. Nous avons vu que le quadrangle XBYD est harmonique et semblable à un quadrangle métaharmonique de ABCD. Désignons par V et V′ les angles de Brocard des quadrangles ABCD, XBYD, par α, β les angles aigus du quadrangle XBYD, et par x, y les angles XBD, XDB.

On a les relations (voir : Neuberg, *Sur le quadrilatère harmonique)* :

$$\operatorname{cotg} V' = \sqrt{1 \operatorname{cotg}^2 \alpha + \operatorname{cotg}^2 \beta} \qquad (1)$$

$$\operatorname{cotg} x = \operatorname{cotg} V' - \operatorname{cotg} \alpha - \operatorname{cotg} \beta \qquad (2)$$

$$\operatorname{cotg} y = \operatorname{cotg} V' - \operatorname{cotg} \alpha + \operatorname{cotg} \beta \qquad (3)$$

D'où l'on tire :

$$\operatorname{cotg} V' = \operatorname{cotg} \alpha + \frac{1}{2}(\operatorname{cotg} x + \operatorname{cotg} y). \qquad (4)$$

15. — Supposons que V′ soit constant, et cherchons les lieux géométriques de X et Y. Si l'on choisit pour axes BD et OM, on trouve que X décrit un cercle (U) dont l'équation est :

$$x^2 + y^2 - \frac{f}{2} y \operatorname{cotg} V' + \frac{f^2}{4} = 0,$$

f désignant la distance BD.

On trouverait de même que Y décrit un cercle (U′) symétrique du cercle (U) par rapport à BD. Le centre U du cercle (U) se trouve sur OM, à une distance $UM = \frac{f}{2} \operatorname{cotg} V'$, c'est-à-dire que l'angle BUM est égal à V′, enfin, les tangentes menées de B et D à ce cercle sont égales à $\frac{f}{2}\sqrt{2}$ et la tangente menée de M est égale à BM.

Lorsque V′ varie, les cercles (U) et (U′) forment un faisceau dont les points doubles sont les sommets W′, Z′ du carré construit sur BD comme diagonale.

Les cercles (U), (U′) se correspondent dans l'involution BMB. Ils sont complètement analogues aux cercles de Neuberg d'un triangle.

16. — Lorsque V′ = V les cercles (U) et (U′) passent respectivement par C et par A. Nous les désignerons par (U_c) et par (U_a). Il existe deux autres cercles analogues (U_b) et (U_d) passant par B et D et symétriques par rapport à AC. On trouverait aussi huit autres faisceaux de cercles en supposant fixes deux sommets consécutifs du quadrilatère, et en cherchant les lieux géométriques des deux autres sommets sous la condition que l'angle de Brocard soit constant.

17. — Appliquons l'involution BAD au faisceau des cercles (U). Nous obtenons un faisceau de cercles (V) dont les points limites W et Z sont les transformés de W′, Z′. Or, le quadrilatère W′BZ′D est un carré; donc les points W, Z sont les points dont les quadrangles métaharmoniques par rapport à ABCD sont des carrés. Donc :

Le lieu géométrique d'un point dont le quadrangle métaharmonique a un angle de Brocard constant, est un cercle (V). *Lorsque cet angle varie, les cercles* (V) *forment un faisceau dont les points limites sont les points* W, Z *ayant pour quadrangles métaharmoniques des carrés.*

Les points W, Z ont reçu le nom de *pôles* principaux du quadrangle ABCD.

18. — Au cercle (U_c) correspond dans l'involution BAD le cercle de Brocard. Car (U_c) est celui des cercles (U) qui passe par C, et au point C

correspond le milieu M de BD. Donc le correspondant du cercle (U_c) est celui des cercles (V) qui passe par M. C'est donc le cercle de Brocard. On verrait de même qu'au cercle U_a correspond la droite de Lemoine. Donc :

Le cercle de Brocard et la droite de Lemoine sont les lieux géométriques des points dont les quadrangles métaharmoniques ont même angle de Brocard que ABCD.

19. — Sur une même base BD prise comme diagonale, construisons les huit quadrilatères semblables à un quadrilatère harmonique donné. Ces huit quadrilatères, étant semblables, ont même angle de Brocard, et, par suite, les sommets situés d'un même côté de BD sont sur un même cercle (U). Donc :

Si sur une même base BD, *prise comme diagonale, on construit les huit quadrilatères semblables à un quadrilatère harmonique donné, les huit sommets situés d'un même côté de* BD *seront situés sur un même cercle.*

20. — Lorsque X décrit un cercle quelconque (M), on sait qu'il existe une relation linéaire entre les cotangentes des angles du triangle XBD :

$$M \operatorname{cotg} X + N \operatorname{cotg} XBD + P \operatorname{cotg} XDB = Q.$$

Remarquant que les angles X, XBD, XDB sont ceux que nous avons désignés par α, x, y (§ **14**) et remplaçant les cotangentes de ces angles par leurs valeurs tirées des relations (1) (2) (3) du § **14**, on trouve :

$$(M - N - P) \operatorname{cotg} \alpha + (N - P) \operatorname{cotg} \beta + (N + P) \operatorname{cotg} V' = Q.$$

Donc tout cercle du plan peut être représenté par une relation de la forme

$$m \operatorname{cotg} \alpha + n \operatorname{cotg} \beta + P \operatorname{cotg} V' = q.$$

M. ARNOUX

Ancien Officier de marine, aux Mées (Basses-Alpes).

ESSAIS DE PSYCHOLOGIE ET DE MÉTAPHYSIQUE POSITIVES
LA MÉTHODE GRAPHIQUE EN MATHÉMATIQUES

— Séance du 23 septembre 1891 —

A mesure que le cerveau de l'homme se développe, son intelligence augmente et le degré de complexité de ses concepts va sans cesse en augmentant.

Les concepts simples sont les premiers formés, ils correspondent à un état rudimentaire du système nerveux; ce système progressant, les concepts supérieurs naissent.

Mais le passé, en vertu de la loi d'inertie, s'oppose à leur établissement, et ce n'est que par une lutte incessante qu'ils acquièrent leur droit à l'existence.

Les mathématiques, dans leur sens le plus large, doivent être considérées comme la science des relations.

Les relations les plus simples sont celles entre des considérations de même espèce; obtenues d'abord par la mensuration, elles ont engendré l'idée de nombre. Peu à peu est venue l'idée de quantité; tout d'abord on n'a vu dans cette considération que celle de nombre, et les plus grands hommes n'ont pas été exempts de cette erreur.

Mais, par le fait des manipulations symboliques, on s'est trouvé en face de concepts impossibles à expliquer par les anciens errements. L'opération de soustraction a fait naître les nombres négatifs; celle de radication les nombres imaginaires. En face de ces nouveaux êtres, il a fallu se demander « ce qu'ils étaient, en quoi ils consistaient ».

De là, des luttes ardentes sur la nature des nombres négatifs et imaginaires, dont le nom seul indique une chose qui n'a pas d'existence réelle; comment concevoir, en effet, d'après les anciens errements, que $- \times - = +$, c'est-à-dire que moins multiplié par moins donne plus; un pareil résultat a dû paraître absurde au plus haut degré.

Sans entrer dans des développements que l'étendue des communications ne permettrait pas, il nous a semblé que toutes ces difficultés ne provenaient que de la fausse interprétation de la considération de *quantité*.

En substituant la méthode graphique à la méthode arithmétique, tout cet imbroglio se dénoue de lui-même. Les formules symboliques n'en ont pas moins une traduction très nette et en considérant l'analyse algébrique comme la science des relations entre les déplacements dans un espace à un nombre quelconque de dimensions, on ne rencontre plus aucun obstacle d'aucune espèce; toutes les relations se ramènent à celles entre des grandeurs de translation ou de longueur et des grandeurs de rotation ou de direction.

Seulement, comme dans des espaces à un nombre de dimensions restreint, les directions qui diffèrent entre elles d'un nombre entier de tours complets sont indiscernables, un concept nouveau, celui de congruence, apparaît, concept très simple en lui-même.

Par tout cet ensemble de considérations, les multiples et sous-multiples de 2π se trouvent expliqués d'une façon simple et naturelle, le fameux $\sqrt{-}$ qui équivaut à $\sqrt[4]{+}$ devient un quart de tour, tandis que 2π représente un tour entier.

L'algèbre est ainsi fondée sur quelques principes d'une grande simplicité d'où tout découle.

Les symboles écrivent l'histoire des faits graphiques, toute combinaison symbolique a toujours une signification nette et précise; le calcul d'un bout à l'autre ne cesse jamais d'être compréhensible.

En outre, la méthode graphique, en substituant des considérations concrètes à des considérations abstraites, satisfait à un besoin naturel, et grave profondément dans la mémoire toutes les combinaisons symboliques et leurs expressions.

Les considérations d'incommensurabilité n'ont plus aucune importance, il n'y a plus à s'en préoccuper.

De plus, la méthode expérimentale vient donner une sanction perpétuelle aux combinaisons symboliques; on se trouve toujours solidement appuyé *sur des faits* qui n'ont rien d'hypothétique, et chaque fois que l'on est embarrassé, on peut en appeler à l'expérience, qui tranche d'une façon péremptoire et sans appel possible toutes les discussions.

Ce n'est plus sur les propriétés des symboles qu'est fondé le calcul, c'est sa correspondance avec les choses qui asseoit ses bases.

Toutes ces considérations et une foule d'autres qu'il serait trop long d'énumérer, nous semblent militer en faveur de l'introduction de la méthode graphique en mathématiques.

Nous allons montrer par un exemple que, dans l'algèbre des fonctions algébriques, ON POURRAIT SE PASSER COMPLÈTEMENT DE L'IDÉE DE NOMBRE ET EMPRUNTER TOUT A L'IDÉE D'ESPACE.

ALGÈBRE GRAPHIQUE

L'algèbre est une symbolie ou écriture hiéroglyphique qui exprime les faits de déplacement dans des espaces à nombre de dimensions variables.

L'arithmétique raconte ce qui se passe dans un espace à une dimension.

L'algèbre des fonctions algébriques dans un espace à deux dimensions.

L'algèbre des quantités complexes dans un espace à n dimensions.

Une quantité est la relation entre deux déplacements rectilignes ou *l'opérateur qui transforme l'un en l'autre.*

Un mobile qui se déplace va toujours droit devant lui; il ne va jamais, ni à droite, ni à gauche, ni en arrière; si la faculté de se déplacer ne vise pas le but à atteindre, il faut le faire tourner.

L'opérateur qui fait tourner est représenté en algèbre par le signe et ses équivalents.

Celui qui change une longueur rectiligne en une autre est en algèbre un nombre.

Les relations entre les déplacements sont ainsi ramenées à des relations de longueurs rectilignes et de directions.

PRINCIPES DE GRAPHIE PURE

Principe fondamental : *Tous les déplacements qui vont d'un point à un autre sont égaux et peuvent se substituer les uns aux autres sans inconvénients.*

J'appelle *latère* un déplacement rectiligne considéré au double point de vue de sa longueur et de sa direction.

Une ligne polygonale est un *n.* latères.

Comme déplacement elle équivaut donc à la ligne droite qui joint le point initial au point final. *J'appelle cette ligne : ligne de fermeture.*

Somme. — Pour faire une somme de latères, il faut les porter bout à bout à la suite les uns des autres, et mener la ligne droite qui joint le point de départ au point d'arrivée; c'est cette ligne qui prend *le nom de somme.*

Produits de n. *latères.* — Pour multiplier un *n.* latères par un *n.* latères, il faut, sur chacun des latères du multiplicateur, faire une figure semblable au *n.* latères multiplicande, en les prenant comme homologues de la ligne de fermeture de ce dernier.

Si l'on admet que chacun des latères successifs est susceptible d'être opéré un certain nombre de fois *par un opérateur variable*, on peut graphiquement faire la somme des latères qui seront opérés le même nombre de fois, on obtient ainsi une ligne polygonale qui représente le produit des deux *n.* latères.

Pour me conformer aux statuts de l'Association, je suis forcé d'être d'une brièveté et d'une concision extrême, il me faut en quelques pages donner une idée de ce qui demanderait des volumes pour être exposé convenablement et, en outre, *tâcher de me faire comprendre de tout homme intelligent*, je serai donc à mon grand regret forcé *d'employer une sorte de langage hybride absolument incorrect* qui disparaîtrait dans un traité *ex professo*.

Je tiens d'ailleurs, gratuitement, à la disposition de ceux qui m'en témoigneront le désir, les opuscules que j'ai fait paraître à ce sujet dans le Bulletin de la Société scientifique des Basses-Alpes, *en 1889.*

« Un des plus puissants moyens de faciliter la conception des principes est d'en faire des applications et de montrer comment, d'une part, la théorie dirige la pratique et comment, d'autre part, celle-ci vérifie la théorie; cette constatation de l'accord qui existe entre l'une et l'autre est

le moyen par excellence de satisfaire l'intelligence ». (VALLÈS, *Des formes imaginaires en algèbre,* v. II, préf. III).

Je vais me conformer à la pensée de Vallès en prenant un exemple bien simple, celui de la décomposition d'un polynôme du 5e degré en ses facteurs, d'où résulte la solution de l'équation du 5e degré.

Pour me faire comprendre de ceux en nombre immense qui ignorent complètement l'analyse, je vais donner succinctement quelques explications sur le langage algébrique.

L'algèbre, *par ses signes, n'enregistre que des relations ou rapports de direction,* elle ne distingue pas entre les directions qui sont arrivées à leur situation actuelle après avoir fait un certain nombre de tours entiers; il résulte de là que *les grandeurs de rotation sont congruentes et que le module de la congruence est un tour entier.*

De même, comme *par ses nombres, elle n'enregistre que des relations ou rapports* de longueur, *les grandeurs spéciales lui sont indifférentes.*

Ces deux considérations font qu'en graphie, un latère peut être transporté où l'on veut, pourvu qu'on ne change ni sa longueur ni sa direction, et que toutes les figures semblables sont exprimées par les mêmes symboles.

L'opérateur qui ne fait pas changer les directions est le signe +; celui qui ne fait pas varier les longueurs est le nombre 1; leur réunion donne le *module des quantités* + 1.

Dans un espace à une dimension, il existe deux directions distantes d'un demi-tour, l'opérateur qui change l'une en l'autre est le signe —.

L'opérateur $\sqrt{-}$ fait tourner d'un quart de tour.

Si tout se passe dans un espace à une dimension, on n'a affaire qu'à des quantités qui font tourner une direction de 0 ou d'un demi-tour; on les appelle réelles.

Quand les rotateurs ou signes font tourner les directions d'une fraction de tour entier, différente de 0 ou demi, les quantités prennent le nom d'imaginaires; elles peuvent être représentées par $\sqrt[m]{+}$, ce qui hiéroglyphiquement veut dire $\frac{1}{m}$ de tour entier.

Si l'on a un polynôme

$$A_0x^n + A_1x^{n-1} + A_2x^{n-2} + \ldots + A_{m-1}x^1 + A_mx^0,$$

pour le représenter graphiquement, il faut donner à x une valeur quantitative déterminée.

Si les coefficients A_0, A_1, A_2... sont des quantités réelles et que l'on donne à x la valeur + 1, on a une ligne droite segmentée; si on lui donne la valeur $\sqrt{-1}$ on a une ligne polygonale rectangulaire.

Cette dernière valeur est celle qui convient le mieux aux opérations sur

les quantités, quand toutes celles que l'on rencontrera seront réelles sans exception.

La valeur $+1$ est plus avantageuse quand les combinaisons et spéculations pourront amener des quantités imaginaires;

Quand on renverse dessus dessous une figure en la faisant tourner autour de la direction fondamentale de référence, les n. latères se changent en leurs n latères conjugués.

Soit le 2. latères ABC *(fig. 1)* représentant un polynôme du premier degré $(AB = A_0)\,x^1 + (BC = A_1)\,x^0$ (en faisant $x = \sqrt{-1}$), que je multiplie par le 2. latères ACE.

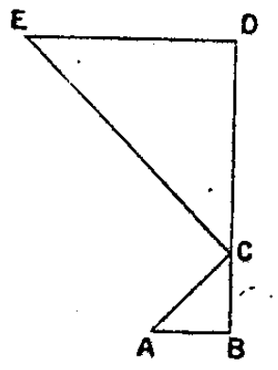


Fig. 1.

Le triangle rectangle ABC est semblable au triangle CDE, de sorte que la somme des deux angles BCA, ECD égale un droit ou un quart de tour, et comme ACE est aussi égal à un quart de tour, la somme des trois angles BCA + ACE + ECD = un demi-tour; *donc* BCD *est une ligne droite; ce fait a une importance énorme pour les opérations de décomposition d'un polynôme à coefficients tous réels en ses facteurs à coefficients tous réels;* en algèbre, pour l'extraction des racines réelles des équations.

Si, après avoir dessiné un polynôme du deuxième degré en faisant $x = \sqrt{-1}$, j'obtiens ABDE, par exemple, et que, prenant une équerre, je pose un de ses côtés de l'angle droit de manière qu'il contienne toujours le point A et l'autre de manière qu'il contienne toujours le point E; en le faisant tourner, au moment où son sommet sera situé sur la ligne BD, le problème de la décomposition de ABDE en ses facteurs sera résolu; ACE sera le multiplicateur, ABD le multiplicande.

Si l'on pose $(A_0 = AB)\,x^2 + (A_1 = BD)\,x^1 + (A_2 = DE)\,x^0 = 0$, x sera indifféremment l'opérateur qui transforme BA en BC ou AB en CB, ou celui qui transforme CA en CE ou AC en EC, c'est-à-dire la racine de l'équation.

Prenons maintenant un polynôme du cinquième degré, faisons $x = \sqrt{-1}$ et supposons que nous obtenions le polygone rectangulaire *(fig. 2)*

$$ABCDEFG = A_0x^5 + A_1x^4 + A_2x^3 + A_3x^2 + A_4x^1 + A_5x^0.$$

Si nous prolongeons indéfiniment de part et d'autre chacun des latères et que, au moyen d'équerres réunies, de quadrillages transparents, d'appareils optiques ou tous autres procédés qu'il plaira à chacun d'imaginer, nous obtenions une ligne polygonale rectangulaire qui aille de A en G en appuyant successivement tous ses gones ou sommets sur les latères successifs de ABCDEFG, cette ligne polygonale sera un des facteurs du quatrième

degré (soit AKLMNG cette ligne), et la ligne polygonale ABK sera son multiplicande du premier degré.

Pour remplir le programme que nous nous sommes imposé, il reste à

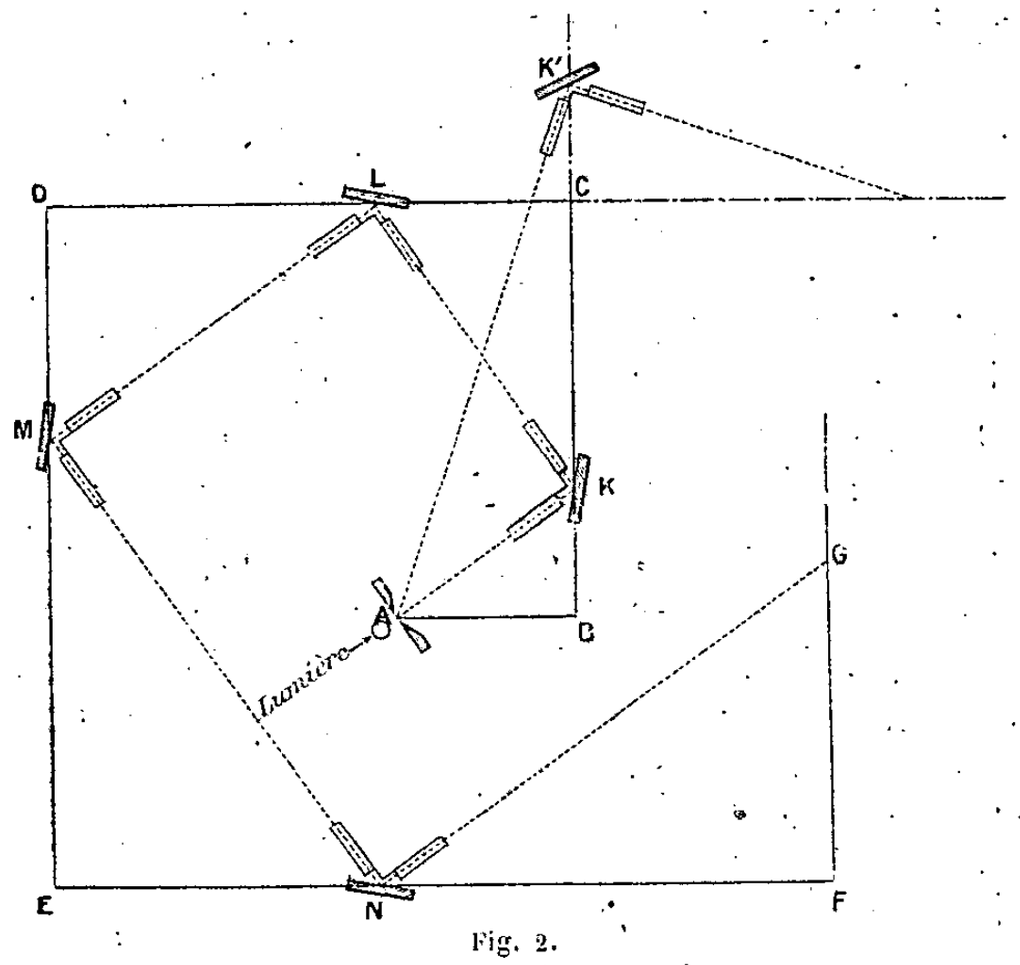


Fig. 2.

démontrer graphiquement que si ABK est facteur de ABCDEFG, l'opérateur qui transforme AB en KB fait fermer le contour.

Pour cela, donnons à l'équation

$$A_0x^5 + A_1x^4 + A_2x^3 + A_3x^2 + A_4x^1 + A_5x^0 = 0$$

la forme

$$\Big(\big((\big(A_0x + A_1\big)x + A_2\big)x + A_3\big)x + A_4\Big)x + A_5 = 0,$$

l'opérateur $\frac{KB}{AB}$ appliqué à AB le transforme en KB; si on ajoute $BC = A_1$ il reste $KC = KB + BC$; ce même opérateur appliqué à KC le transforme en LC; en ajoutant $CD = + A_2$, il reste LD.

LD étant opéré donne MD, qui ajouté à DE donne ME, qui opéré à son tour donne NE, qui ajouté à EF donne NF, qui opéré donne GF, lequel ajouté à FG *donne zéro pour résultat final.*

Dans cette démonstration, *il n'a jamais été question de nombre*, et pourtant elle entraîne la conviction absolue de la certitude de la proposition.

Nous donnons sur la figure le dessin d'un procédé optique pour la pratique de ce genre d'opérations : la partie ombrée a sa face intérieure polie

et constitue un réflecteur, tout rayon de lumière entrant par un des côtés de l'appareil en sort forcément à angle droit de l'autre côté. — Si l'on dispose sur chaque latère du graphique un petit appareil de ce genre et qu'on le fasse courir à la demande de la solution, au moment où la lumière placée au point initial A éclairera le point final G, le problème sera résolu et $\frac{KB}{AB}$ sera racine de l'équation que l'on obtient en égalant le polynôme à zéro.

Cette opération terminée, nous avons un 5. latères représentant un polynôme du quatrième degré à coefficients tous réels.

Si tous les facteurs du premier degré sont dans le même cas que le facteur ABK que nous venons d'extraire, il n'y a qu'à continuer jusqu'à extinction la même façon d'opérer.

Dans le cas contraire, *du moment où nous ne pourrons plus trouver aucune ligne polygonale rectangulaire qui remplisse les conditions voulues, cela prouvera qu'il ne reste plus que des facteurs du premier degré à coefficients imaginaires, en d'autres termes, que toutes les autres racines sont des quantités imaginaires conjuguées.*

Il se présentera donc deux cas, suivant que le polynôme restant sera du deuxième ou du quatrième dégré; dans ce dernier cas, il y a deux façons de procéder : ou extraire les facteurs du deuxième degré à coefficients imaginaires conjugués ou ceux à coefficients réels.

Dans le *Bulletin de la Société scientifique des Basses-Alpes*, 1889, nous avons donné plusieurs figures montrant les procédés d'opérations pour extraire un facteur du deuxième degré à coefficients réels; nous n'y reviendrons pas, et nous allons procéder à l'extraction des facteurs à coefficients imaginaires conjugués.

Mais, pour montrer comment on décompose, il est avantageux de faire voir d'abord comment on compose.

Prenons le 3. latères ABCD *(fig. 3)* représentant un polynôme du deuxième degré à coefficients imaginaires; sur chacun de ses côtés faisons un 3. latères semblable à son conjugué, c'est-à-dire au 3. latères que l'on obtient en le renversant dessus dessous, nous avons sur AB, AMEB, sur BC, BFGC et sur CD, CHQD.

Le produit de ABCD par AMEB est la ligne polygonale AMEBFGCHQD, ce qui en symbolie donne :

$$AMx^4 + (ME + BF)\,x^3 + (EB + FG + CH)\,x^2 + (GC + HQ)\,x^1 + QDx^0.$$

Le symbole x^0 que nous avons employé plusieurs fois veut simplement dire que *le latère* QD *n'est pas du tout opéré par* x, ou si l'on veut zéro

fois, *ce qui le laisse tel qu'il est;* de sorte que x^0 est l'équivalent du module des quantités $+1$.

Revenons à notre opération; conformément aux principes de l'algèbre

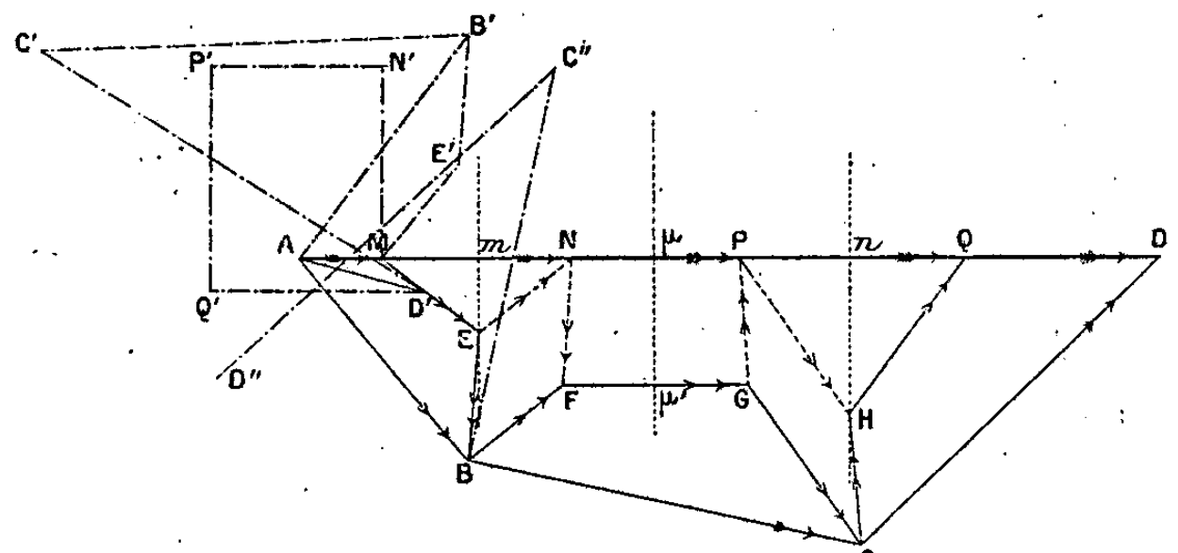


Fig. 3.

graphique : $EN = BF$ et $ME + EN = MN$, $EB = NF$, $GP = CH$ de sorte que $NF + FG + GP = NP$, $GC = PH$ d'où $PH + HQ = PQ$.

Il en résulte finalement que AMEBFGCHQD se réduit à AMNPQD représentant un polynôme du quatrième degré à coefficients tous réels.

Remarquons que le point E est situé sur la perpendiculaire au milieu de MN et le point H sur celle au milieu de PQ et enfin que le milieu μ' de FG parallèle à AD est situé sur la perpendiculaire au milieu de NP.

La figure que nous présentons fait voir que si l'on fait $x = \sqrt{-1}$, AMEB devient AME'B', ME ayant tourné d'un quart de tour et EB de deux quarts de tour.

Son conjugué devient ABC''D''; si sur AB' ligne de fermeture du multiplicande on fait une figure semblable au multiplicateur, on obtient AB'C'D' qui vient aboutir au même point que AMN'P'Q'D' qui est le 5. latères que l'on obtient en faisant $x = \sqrt{-1}$ au lieu de $x = +1$ qui donne AMNPQD.

Si nous faisons $A_1 = 0$, *les points* M, *m*, N *se confondent, de sorte que* ME *est perpendiculaire à* AM *dans le facteur* AMEB; ce qui fait que l'angle ABC est droit comme homologue de AME dans le conjugué de AMEB *(fig. 4)*.

Si nous remarquons que $AB = \sqrt{AM.AD}$, $DC = \sqrt{DQ.DA}$, $EB = \sqrt{AM.QD}$, nous avons les éléments nécessaires pour décomposer et nous en déduisons la règle pratique suivante : déterminer graphiquement $AB' = \sqrt{AM.AD}$; ce qui se fait en menant au moyen d'une équerre ME perpendiculaire à AD, puis appliquant cet équerre de manière qu'un de ses côtés de l'angle droit soit sur A, l'autre sur D et son sommet sur ME, on obtient ainsi le point B'

qui *détermine la longueur* AB; car dans ces moyennes il n'est question, pour le moment, que de longueur.

Par le même procédé, déterminons $DC' = \sqrt{DQ.DA}$ et $CH = \sqrt{AM.QD}$;

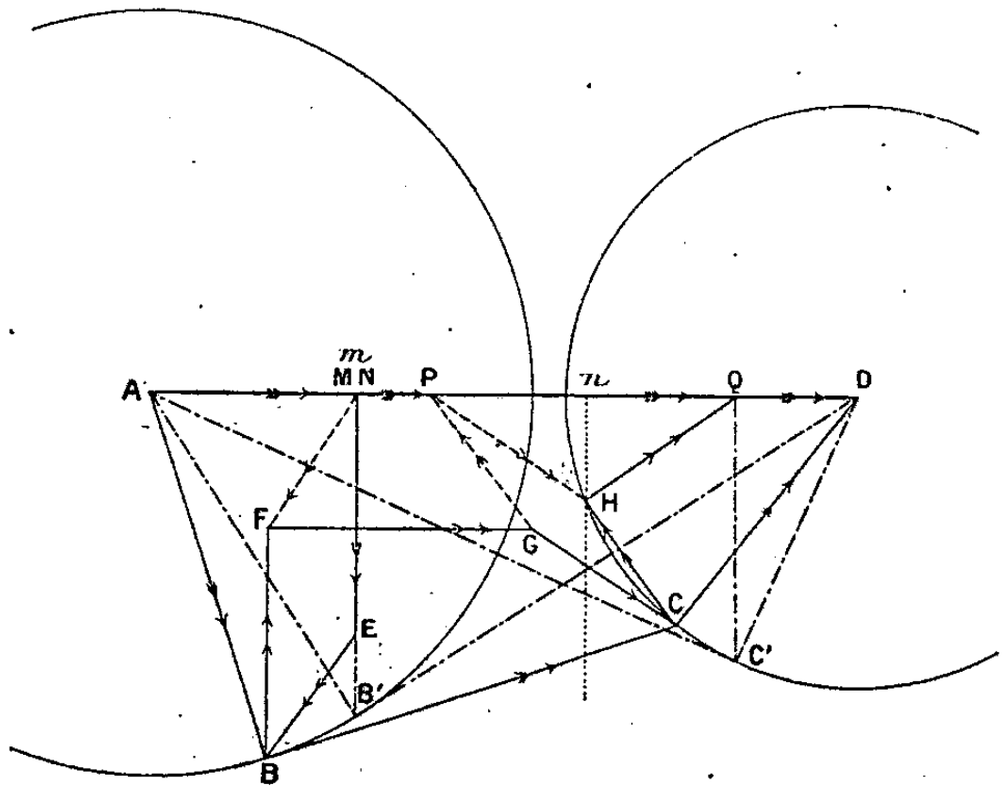


Fig. 4.

du point D avec DC′ pour rayon, décrivons une circonférence; sur un équerre portons sur un des côtés de l'angle droit la longueur BA; posons le point trouvé sur A et faisons tourner l'équerre jusqu'à ce que l'autre côté de l'angle droit coupe la circonférence de rayon DC′; sur un second équerre portons de la même façon CH et plaçons le point ainsi obtenu sur le point d'intersection de BC avec la circonférence DC′; faisons tourner jusqu'à ce que le deuxième côté de l'angle droit passe par le point Q; si H sommet de l'angle droit est situé sur la perpendiculaire au milieu PQ, le problème est résolu; dans le cas contraire, *il faut tâtonner* jusqu'à ce que l'on ait obtenu le résultat.

Si l'on se sert de papiers transparents et que l'on fasse des angles droits sur des feuilles mouvantes, le problème se résout avec une rapidité et une facilité extrême.

Il s'agit maintenant de décomposer un polynôme du deuxième degré à coefficients imaginaires en ses facteurs.

Prenons la symbolie algébrique

$$A_0 x^2 + A_1 x^1 + A_2 = 0,$$

et écrivons : $$x = \frac{-1/2\,A_1 \pm \sqrt{(1/2\,A_1 + \sqrt{A_2 A_0})\,(1/2\,A_1 - \sqrt{A_2 A_0})}}{A_0}.$$

Traduisons ces hiéroglyphes en langage ordinaire, nous avons la règle pratique suivante :

Soit ABDE *(fig. 5)* un 3. latères quelconque, prenons *la moyenne quantitative* entre AB $=$ A_0 et DE $=$ A_2 ; ajoutons-la et retranchons-la de

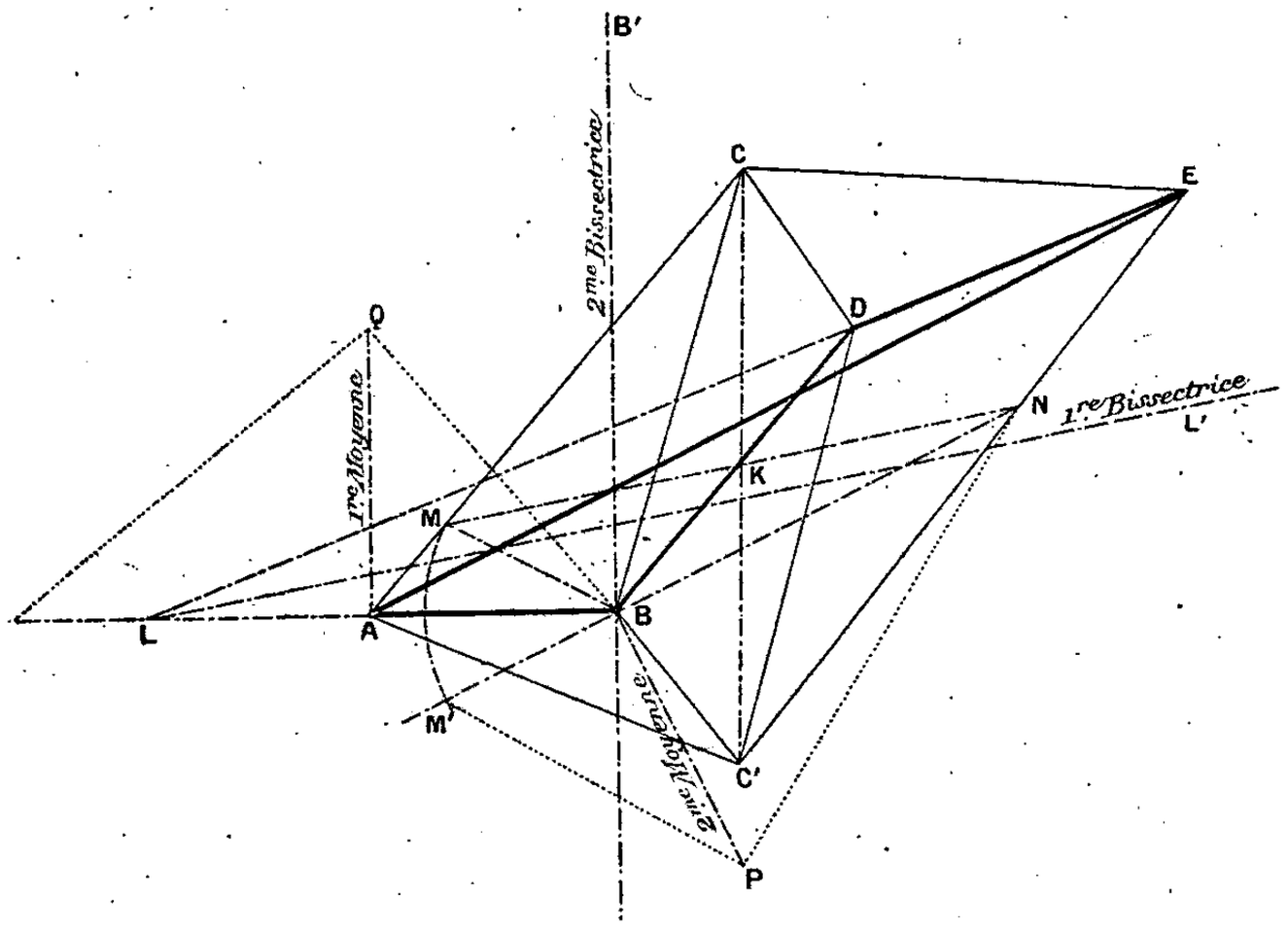


Fig. 5.

BK $=$ 1/2 (A_1 $=$ BD) ; prenons *la moyenne quantitative* des résultats BM et BN; ajoutons-la et retranchons-la de BK $=$ 1/2 (A_1 $=$ BD); ABC et ABC′ sont les deux facteurs de ABDE. Les racines des équations sont les opérateurs quantités qui transforment BA en BC et BC′ ou AB en CB et C′B.

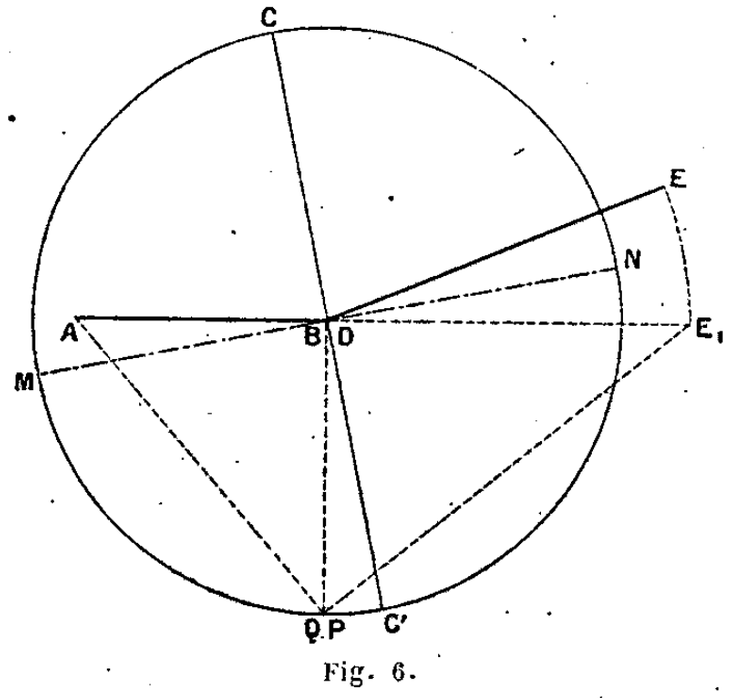


Fig. 6.

Remarquons qu'en faisant BD $=$ A_1 égal à zéro, l'opération se réduit à porter BC $=$ $\sqrt{AB.DE}$ sur BC bissectrice de l'angle ABE *(fig. 6)*.

Le cas où il ne reste qu'un polynôme du deuxième degré est un cas particulier de celui du quatrième degré et la règle se réduit à :

Sur le milieu de BD *(fig. 7)* lui élever une perpendiculaire; de B comme centre avec $\sqrt{AB.DE}$ comme rayon, décrire une circonférence qui coupe la

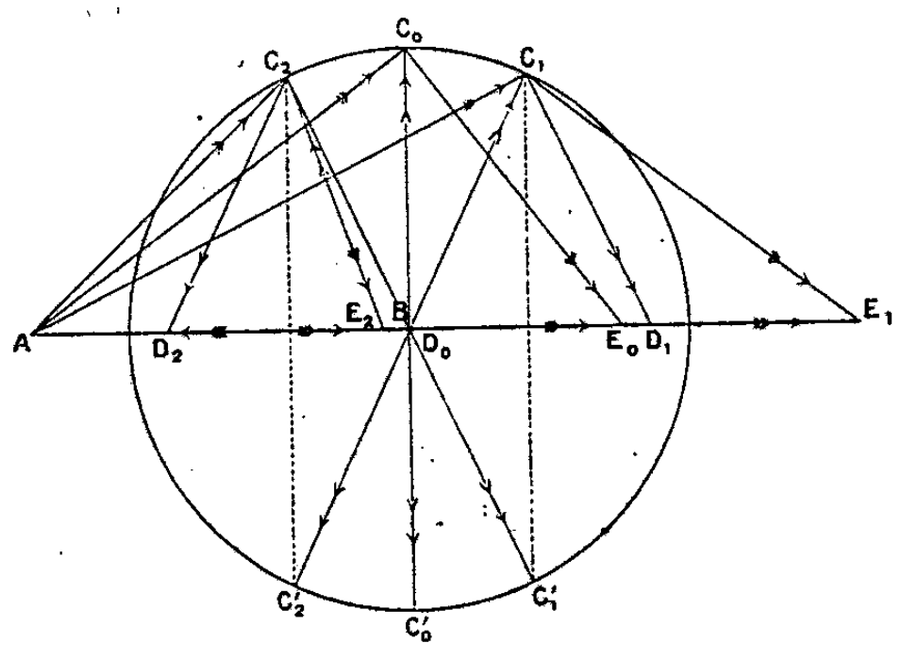


Fig. 7.

perpendiculaire en deux points C et C′; de sorte que ABC et ABC′ sont les deux facteurs de ABDE; quant aux racines, ce sont toujours les opérateurs *(quantités)* qui transforment $(- A_0 = BA)$ en $(+ A_1 = BC$ ou $BC')$ ou $(+ A_0 = AB)$ en $(- A_1 = CB$ ou $C'B)$.

Remarquons que le fait de la longueur de $BD = A_1$, n'a absolument aucune influence sur la longueur de BC, qui varie simplement de direction. La figure fait voir ce qui arrive quand BD est positif, négatif ou égal à zéro.

L'indice 0 correspondant à $BD = 0$;

L'indice 1 à BD positif;

L'indice 2 à BD négatif.

La preuve des opérations pratiques résulte de la similitude des figures.

Nous allons maintenant établir une comparaison entre les procédés graphiques et les procédés purement symboliques en trigonométrie rectiligne, *en nous inspirant de l'essence de chacune de ces méthodes*.

Nous prendrons comme exemple les formules et graphiques des sinus, cosinus et tangentes de la somme de plusieurs arcs.

Les formules trigonométriques de la somme de deux arcs sont :

$$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b,$$

$$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b.$$

Pour rendre le calcul plus commode et plus concis, remplaçons les cosinus par de grandes lettres, les sinus par des petites :

Au lieu de cos a, cos b nous avons A, B,

— sin a, sin b — a, b.

Les formules ci-dessus sont ramenées à la forme :

$$(A + B) = AB - ab,$$

$$(a + b) = aB + bA.$$

La symbolie présente cet avantage que, pour exécuter les calculs, nous n'avons plus à nous préoccuper ni de sinus, ni de cosinus, nous n'avons qu'une seule chose à considérer :

« *Voilà deux formules de récurrence qui permettent, en vertu de la copule* =, *de passer des symboles* (A + B) *et* (a + b) *aux combinaisons de symboles de l'autre côté de la copule.* — QUOI QUE CE SOIT QUE REPRÉSENTENT CES SYMBOLES, CELA NOUS EST ABSOLUMENT INDIFFÉRENT; NOUS AVONS UN MÉCANISME QUI FONCTIONNE D'UNE CERTAINE FAÇON, NOTRE SEUL ROLE EST D'EN SURVEILLER LA MARCHE.

La symbolie fait entrer le calcul dans la période de l'industrie, période où les opérations purement mécaniques se substituent à l'action directe du mécanisme humain, *procurant ainsi une immense économie de travail cérébral et donnant des résultats moins sujets aux défaillances que ceux obtenus au moyen des organismes vivants.*

Pour exprimer toute ma pensée par un exemple, je dirai : *les Grecs étaient des artistes, les analystes modernes sont des industriels.* De là, une foule de conséquences que chacun peut tirer à son gré.

Le mécanisme de départ nous donne :

$$(A + B) = AB - ab \qquad (a + b) = aB + bA,$$

faisons

$$B = (B + C) \qquad b = (b + c),$$

nous avons :

$$\begin{aligned}\big[A + (B + C)\big] &= A(BC - bc) - a(bC + cB)\\ &= ABC - (Abc + Bac + Cab).\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\big[a + (b + c)\big] &= a(BC - bc) + A(bC + cB\\ &= (aBC + bAC + cAB) - abc.\end{aligned}$$

Passons à des combinaisons de quatre objets.

En procédant par détail de la même manière que ci-dessus, faisant

C = (C + D) et $c = (c + d)$, employant d'abord les parenthèses, puis effectuant et ordonnant, nous avons :

$$(A + B + C + D) = ABCD - (ABcd + ACbd + ADbc + BC\,ab + BDac + CD\,ab) + abcd,$$

$$(a + b + c + d) = (aBCD + bACD + cABD + dABC - (Abcd + Bacd + Cabd + Dabc).$$

Introduisons un nouvel élément dans la combinaison et pour rendre nos expressions plus nettes et plus concises adoptons le symbole $\Sigma\,(abcdE)$ pour représenter toute la suite $(abcdE + abceD + abdeC + acdeB + bcdeA)$, nous trouvons

$$(A + B + C + D + E) = \Sigma\,(ABCDE) - \Sigma\,(ABCde) + \Sigma\,(Abcde)$$

$$(a + b + c + d + e) = \Sigma\,(abcde) - \Sigma\,abcDE) + \Sigma\,(aBCDE);$$

avec six objets nous aurions

$$(A + B + C + D + E + H) = \Sigma\,(ABCDEH) - \Sigma\,(ABCDeh) + \Sigma\,(ABcdeh) - \Sigma\,(abcdeh)$$

$$(a + b + c + d + e + h) = \Sigma\,(abcdeH) - \Sigma\,(abcDEH) + \Sigma\,(aBCDEH).$$

Pour bien nous rendre compte de l'ensemble, faisons un petit tableau récapitulatif, nous obtenons :

$(A + B)$	$= \Sigma\,(AB) - \Sigma\,(ab)$	sommes 2,0
$(a + b)$	$= \Sigma\,(Ab)$	sommes 1
$(A + B + C)$	$= \Sigma\,(ABC) - \Sigma\,(Abc)$	sommes 3, 1
$(a + b + c)$	$= \Sigma\,(aBC) - \Sigma\,(abc)$	sommes 2, 0
$(A + B + C + D)$	$= \Sigma\,(ABCD) - \Sigma\,(ABcd) + \Sigma\,(abcd)$	sommes 4, 2, 0
$(a + b + c + d)$	$= \Sigma\,(aBCD) - \Sigma\,(abcD)$	sommes 3, 1
$(A + B + C + D + E)$	$= \Sigma\,(ABCDE) - \Sigma\,(ABCde) + \Sigma\,(Abcde)$	sommes 5, 3, 1
$(a + b + c + d + e)$	$= \Sigma\,(aBCDE) - \Sigma\,(abcDE) + \Sigma\,(abcde)$	sommes 4, 2, 0
$(A + B + C + D + E + F)$	$= \Sigma\,(ABCDEF) - \Sigma\,(ABCDef) + \Sigma\,(ABcdef) - \Sigma\,(abcdef)$	sommes 6, 4, 2, 0
$(a + b + c + d + e + f)$	$= \Sigma\,(aBCDEF) - \Sigma\,(abcDEF) + \Sigma\,(aBCDEF)$	sommes 5, 3, 1

et ainsi de suite.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le tableau *pour se rendre compte de son économie et de la marche générale.*

Les sommes ont alternativement le signe + et le signe —.

Les cosinus partent du nombre d'objets et vont en diminuant de 2 dans l'emploi des grandes lettres, chaque composition étant complétée par les petites lettres.

Les sinus partent du nombre d'objets moins un et observent une règle analogue.

Le nombre de Σ est le même quand n est pair.

Les cosinus en ont un de plus quand n est impair.

Toutes les manières possibles de combiner sont employées; les sinus emploient celles laissées de côté par les cosinus.

Il n'y a besoin que de regarder pour faire une foule de petites remarques; nous laissons ce soin au lecteur.

Si, pour la formule tangente, nous opérons d'une façon analogue, nous avons pour la formule fondamentale de récurrence :

$$\text{tang}\,(a+b) = \frac{\text{tang}\,a + \text{tang}\,b}{1 - \text{tang}\,a\ \text{tang}\,b},$$

ou, d'une façon concise : $(a+b) = \dfrac{a+b}{1-ab}$.

Il est évident qu'ici nous n'avons plus que des petites lettres la tangente de la somme s'exprimant en fonction des tangentes des parties.

Procédant comme précédemment, nous avons successivement :

$$\left[a+(b+c)\right] = \frac{a + \dfrac{b+c}{1-bc}}{1 - a\,\dfrac{b+c}{1-bc}},$$

faisant disparaître le facteur $\dfrac{1}{1-bc}$

$$= \frac{a - abc + b + c}{1 - bc - ab - ac}$$

$$a+b+c+d) = \frac{a + \dfrac{b + \dfrac{c+d}{1-cd}}{1 - b\,\dfrac{c+d}{1-cd}}}{1 - a\,\dfrac{b + \dfrac{c+d}{1-cd}}{1 - b\,\dfrac{c+d}{1-cd}}},$$

dont le résultat en une seule ligne est :

$$= \frac{\Sigma\,(a) - \Sigma\,(abc) + \Sigma\,(abcde)\ldots}{\Sigma\,(o) - \Sigma\,(ab) + \Sigma\,(abcd)\ldots}$$

Si l'on assimile les tangentes aux racines d'une équation algébrique

$$= \frac{A_1 - A_3 + A_5 - \dots}{A_0 - A_2 + A_3 - \dots}$$

il semble, au premier abord, que la graphie va être écrasée par la symbolie et qu'elle ne pourra jamais lutter de clarté, de concision et de puissance expressive.

Il n'en est rien.

Prenons une succession d'angles *a, b, c, d*. (Nous pouvons nous borner à quatre, l'extension à des nombres quelconques se faisant sans difficulté).

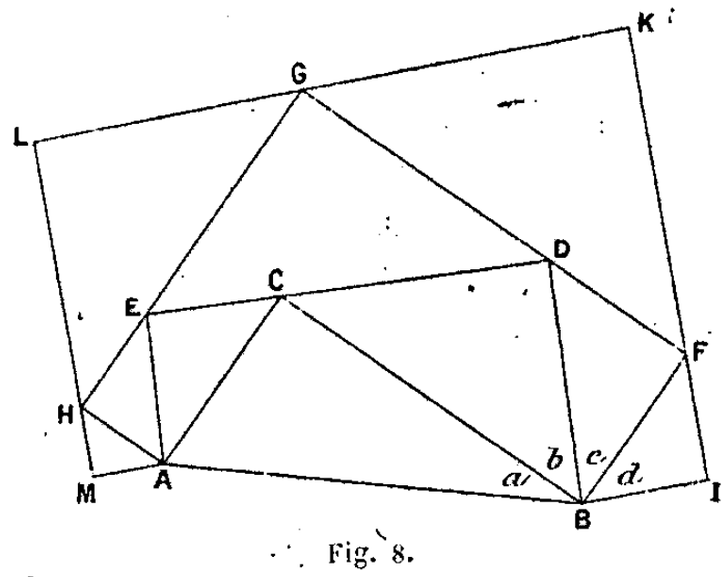


Fig. 8.

Prenons une longueur arbitraire BA et du point A menons une perpendiculaire à BC, deuxième côté de l'angle ABC *(fig. 8)*.

Pour compléter notre figure du point C déterminé par la précédente perpendiculaire, menons une perpendiculaire à BD et du point A une perpendiculaire à CD.

En procédant de la même façon jusqu'à l'épuisement des 4 angles, nous obtenons la figure ci-dessus.

Indiquons symboliquement *le rapport des longueurs* comprises dans cette figure par la forme fraction : $\frac{CA}{BC}$ voudra dire *la longueur* CA *rapportée à la longueur* BC.

Les deux choses étant de même nature, ce rapport est un nombre.

Dans le triangle BCA les rapports des longueurs des trois côtés nous donnent toutes les variétés de nombre que l'on emploie en trigonométrie :

$$\frac{BC}{BA} = \cos a, \quad \frac{CA}{BA} = \sin a, \quad \frac{CA}{BC} = \text{tang } a,$$

$$\frac{BC}{CA} = \cot a, \quad \frac{BA}{BC} = \text{séc } a, \quad \frac{BA}{CA} = \text{coséc } a.$$

Dans la figure comprenant les angles *a* et *b* nous remarquons que les triangles BDC, CEA sont semblables, ce qui donne une égalité de rapport entre les côtés et une identité de considérations trigonométriques; ainsi $\frac{DC}{BD} = \frac{EA}{CE} = \text{tang } b$; il en est de même pour les autres.

Mais si $\frac{BD}{BC} = \cos b$ et $\frac{BC}{BA} = \cos a,$

il est clair que $$\frac{BD}{BC}\cdot\frac{BC}{BA}=\frac{BD}{BA}=\cos b\cos a,$$

où *la longueur* BD *rapportée à la longueur* BA *donne comme résultat le nombre* cos *a* . cos *b*, *produit des deux nombres* cos *a et* cos *b*.

D'après cet exemple, le lecteur pourra obtenir la correspondance de la graphie et de la symbolie sans aucune peine.

Si nous voulons établir la correspondance avec les symbes concis que nous avons obtenus ci-dessus, nous avons :

$$\frac{BF}{BD}=\cos c=C \qquad \frac{BD}{BA}=\cos a\ \cos b=AB$$

$$\frac{BF}{BA}=\cos a\ \cos b\cos c=ABC$$

$$\frac{FD}{BD}=\sin c=c \qquad \frac{BD}{BA}=\cos a\ \cos b=AB$$

$$\frac{FD}{BA}=\sin c\ \cos b\ \cos a=c\mathrm{AB},$$

et ainsi de suite.

Pour ne pas abuser de l'espace accordé aux communications, nous nous contenterons de dire succinctement que :

$$\frac{IF}{BA}=d\mathrm{ABC} \qquad \frac{FK}{BA}=b\mathrm{ACD}+a\mathrm{BCD}+c\mathrm{ABD}$$

d'où $$\frac{IK}{BA}=\Sigma(a\mathrm{BCD}).$$

Si maintenant nous faisons graphiquement la somme des déplacements horizontaux du pourtour dans la figure complète BIKLMA et que nous la rapportions à BA, nous avons :

$$\frac{BI+KL+MA}{BA}=\frac{BI-LK+MA}{BA}=\Sigma(\mathrm{ABCD})-\Sigma(\mathrm{AB}cd)+\Sigma(abcd)$$
$$=(A+B+C+D)=\cos(a+b+c+d).$$

Si nous en faisons autant pour les déplacements verticaux

$$\frac{IK+LM}{BA}=\frac{IK-ML}{BA}=\Sigma(a\mathrm{BCD})-\Sigma(abc\mathrm{D})=(a+b+c+d)$$
$$=\sin(a+b+c+d).$$

Si nous faisons la somme des déplacements verticaux et que nous la rapportions à la somme des déplacements horizontaux, nous avons la tangente de la somme.

En résumé, dans la figure complète BIKLMA, *en rapportant entre eux les divers segments on obtient toutes les combinaisons possibles de considérations trigonométriques.*

Si les grandeurs de rotation choisies, au lieu d'être toutes moindres que 1/4 de tour, devenaient plus grandes, les graphiques ne cesseraient pas pour cela de correspondre aux symbolies et d'en traduire les applications.

La conservation des mêmes lettres aux mêmes points de rencontre permet, sans difficulté aucune, de lire les formules sur les graphiques résultant de n'importe quelle variation des grandeurs de rotation, et de se rendre compte, clairement et rapidement, de toutes les modifications qu'elles entraînent au point de vue des considérations trigonométriques.

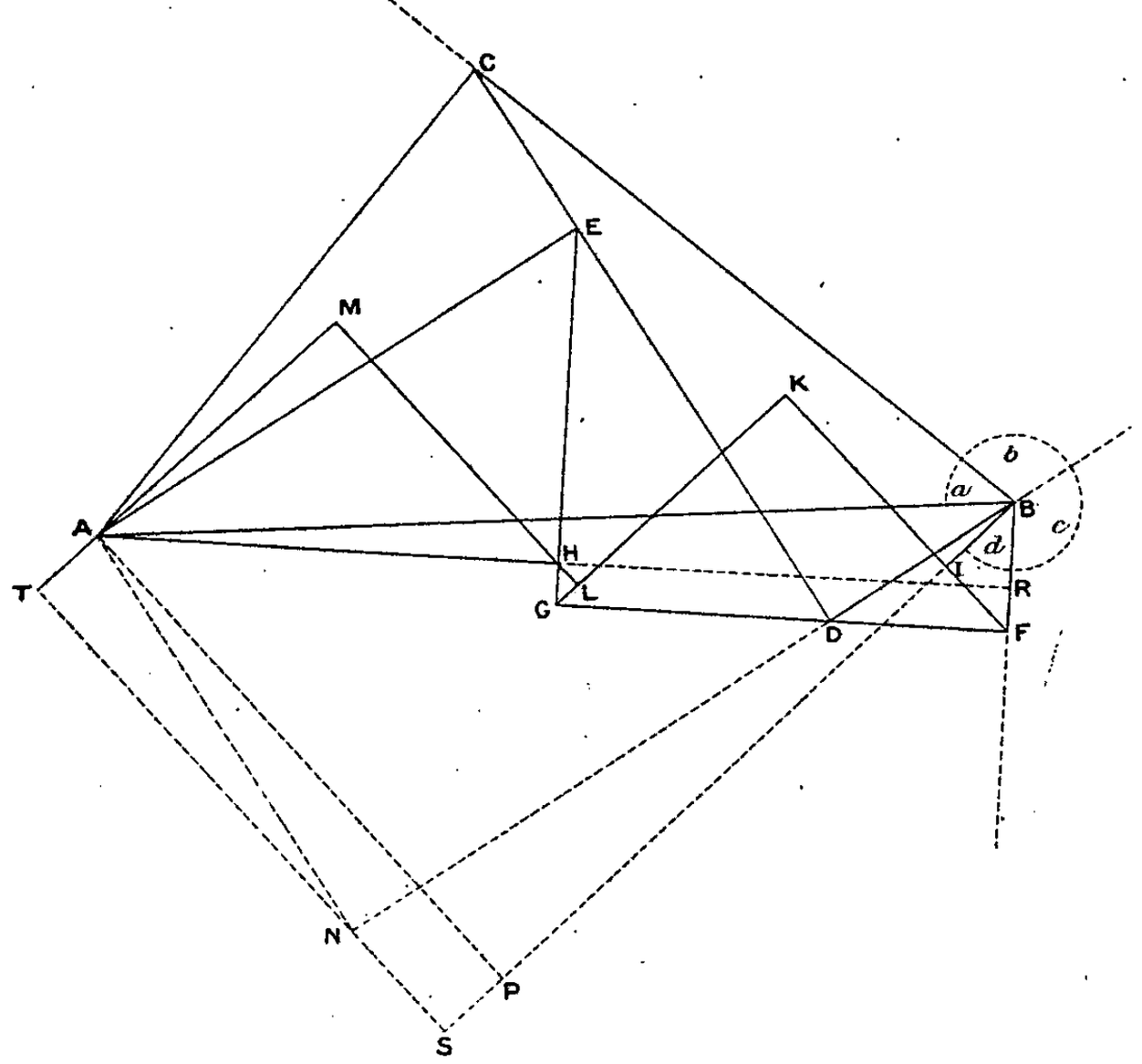


Fig. 9.

Ainsi, sur la figure 9 où b et c sont plus grands chacun que 1/4 de tour, l'on voit que graphiquement, on a toujours

$$BN = BD + EA \qquad NA = DC + CE$$
$$BR = BF + GE + EH \qquad RA = FD + DG + HA$$
$$BN = BI + KG + GL + MA \qquad NA = IF + FK + LH + HM$$

Quelles que puissent être les grandeurs de a, b, c, d, il en sera toujours ainsi.

Cette *caractérisation* des points schématiques par des lettres spéciales est une sorte de fil d'Ariane qui permet de se promener dans les labyrinthes des graphiques les plus compliqués sans jamais s'y perdre.

Elle permet, en outre, de faire une sorte d'anatomie comparée, en suivant les mêmes faits généraux sur tous les cas particuliers même les plus anomaux et de se rendre compte des sortes de monstruosités qui peuvent résulter de l'avortement de n'importe quelle considération spéciale ; on a ainsi *une sorte de physiologie* des considérations trigonométriques.

On peut également faire apparaître n'importe quel fait ; ainsi, en lignes pointées nous avons dessiné les faits trigonométriques concernant $(a + b)$ et $(c + d)$. Nous laissons au lecteur le soin de développer et d'étendre les conséquences pour ainsi dire illimitées qui peuvent résulter de la méthode graphique, ce que nous avons dit n'étant donné qu'à titre de simple spécimen.

On ne nous accusera pas, j'espère, d'avoir fait pencher la balance d'un côté ou de l'autre, nous avons été absolument impartiaux.

Et maintenant, à qui la palme ? A la symbolie ? A la graphie ? Il serait bien difficile de décider, chacun suivant son organisation cérébrale peut accorder son vote à l'une ou à l'autre ; pour éviter des discussions interminables le mieux serait, je crois, de les marier.

M. F. GONNESSIAT

Astronome adjoint à l'Observatoire de Lyon.

RECHERCHES SUR L'ÉQUATION PERSONNELLE DANS LES OBSERVATIONS DE PASSAGES

— Séance du 22 septembre 1891 —

Ces recherches ont été faites à l'Observatoire de Lyon, sous la direction de M. Ch. André. Je remercie bien vivement mon Maître pour les facilités matérielles grâce auxquelles ce travail a pu être entrepris, et plus encore pour les précieux conseils que j'ai reçus de sa haute expérience.

Ma reconnaissance doit aller également à l'Association française pour l'avancement des sciences, qui a bien voulu subvenir pour une large part aux frais d'acquisition d'un appareil spécial.

I. — DÉFINITIONS. — Deux méthodes principales sont employées à l'observation des passages d'un astre derrière les fils d'une lunette :

1° *Méthode de l'œil et de l'oreille* (OE-O). — Elle consiste à fixer par la pensée la position occupée par l'astre à chacun des battements d'un compteur, et à estimer dans quel rapport le fil partage l'intervalle limité par les deux positions, déterminées comme on vient de le dire, entre lesquelles il est compris. En ajoutant à la seconde dont le battement précède immédiatement le passage au fil, la fraction comprise entre la position correspondante de l'astre et le fil, on a l'instant du passage : la fraction de seconde est donc estimée par l'œil d'après un espace parcouru. Ce mode d'observation donne lieu à deux sortes d'erreurs.

En premier lieu, l'observateur peut faire correspondre aux battements du compteur, non les positions réellement occupées aux mêmes instants par l'étoile, mais des positions qui diffèrent systématiquement des premières d'une quantité constante, en avant ou en arrière : le temps correspondant à l'écart entre les positions vraies et les positions observées constitue une *équation personnelle*.

D'autre part, l'évaluation du dixième de seconde, c'est-à-dire de la position d'un fil par rapport à deux points qui le comprennent, cette évaluation est soumise à certaines erreurs qui sont fonction de la fraction observée : par exemple, tel observateur note $0^s,4$ là où un autre estime $0^s,5$. Chaque dixième a son erreur propre; la moyenne de toutes ces erreurs diffère en général de zéro, et constitue une erreur constante qui s'ajoute à celle que nous avons considérée plus haut. Ce genre d'erreur sera désigné sous le nom d'*équation décimale*.

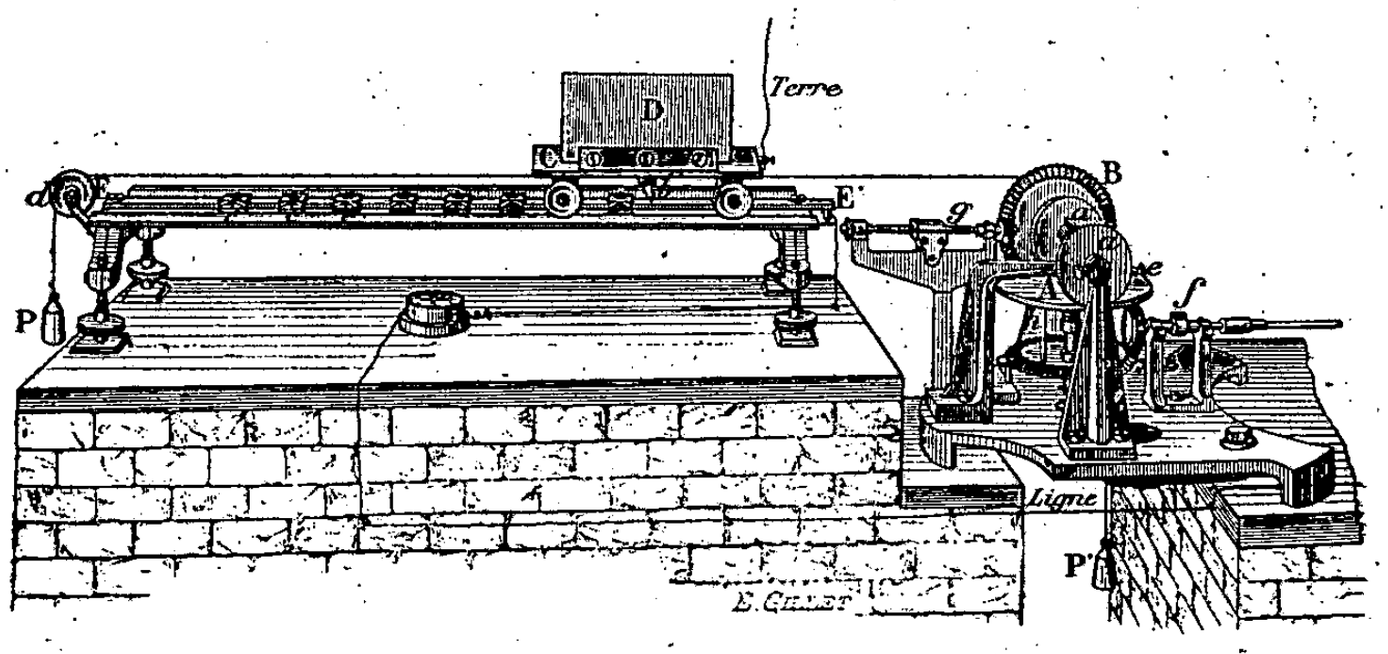
2° *Méthode électrique.* — L'observateur presse une touche électrique à l'instant où l'étoile lui paraît bissectée par le fil; son signal s'inscrit sur un chronographe en regard des indications de temps fournies par une pendule à interrupteur électrique. Ici, l'équation décimale est supprimée; mais il reste la difficulté de faire correspondre le top électrique à l'instant exact du passage : l'*intention* et l'*action* de presser la touche ne sont pas simultanées, il y a toujours un certain temps perdu à mettre en jeu les muscles de la main. D'ailleurs, tel observateur sera déterminé à donner le top lorsque l'étoile sera bissectée; tel autre instinctivement s'y prendra un peu à l'avance, de façon que le bruit des pièces métalliques amenées en contact lui semble coïncider avec le passage du centre de l'astre dans l'axe du fil. Aussi bien que la méthode précédente, la méthode électrique donne donc lieu à une *équation* variable avec l'observateur.

En général, lorsque les temps observés seront trop faibles et demanderont une *correction positive*, nous dirons que l'*équation personnelle* est *positive*. Dans le cas contraire, elle sera dite *négative*.

II. — Appareil. — Voici maintenant quelques indications sur l'appareil à équation personnelle, dont la construction a été demandée à M. Trenta, de Lyon. On n'a eu qu'à se louer de l'habileté de ce constructeur.

Il s'agit d'obtenir le déplacement régulier, à des vitesses angulaires variables, comme celles que présentent les différents points de la sphère céleste, d'une mire lumineuse simulant une étoile ou tout autre astre. Un système enregistreur doit automatiquement faire connaître l'instant exact où l'astre artificiel occupe dans le champ de la lunette une position déterminée.

Un régulateur isochrone d'Y. Villarceau communique un mouvement uniforme à un plateau circulaire horizontal A (voir la figure). Ce plateau presse contre la tranche de l'un des disques a, a', montés sur un



axe prismatique horizontal, le long duquel ils peuvent glisser, de façon à prendre leur point d'appui à une distance du centre de A variable à volonté. Par frottement, le plateau entraîne le disque et par suite la roue B fixée sur le même axe. Cette roue porte, en arrière de la figure, une gorge sur laquelle s'engage un cordon, reposant d'ailleurs sur une poulie d et tendu par des poids P et P′ se faisant équilibre.

En un point convenable de ce cordon, on attelle un chariot C, roulant sur un chemin de fer horizontal. La vitesse de déplacement dépend évidemment de la situation respective du disque a (ou a') et du centre du plateau A; elle change de sens suivant qu'on utilise le disque antérieur ou le disque postérieur.

Le chariot est muni d'un stylet b, qui peut rencontrer des lamelles de platine encastrées dans des supports isolants c, c, montés en curseurs sur la règle EE′ : les contacts de la pointe b avec chacune des lamelles déterminent le passage d'un courant qui va actionner une des armatures d'un chronographe.

En inclinant l'axe du régulateur, d'une part; en déplaçant le disque a (ou a') depuis le bord du plateau A jusqu'à son centre, d'autre part, on peut faire varier la vitesse dans le rapport de 1 à 0,08. Pour obtenir des

vitesses plus faibles, on utilise un petit chariot auxiliaire constitué par un écrou g se déplaçant sur une vis micrométrique, dont la tête embraye avec un engrenage taillé sur le bord de la roue B. L'engrenage et le pas de la vis sont établis de telle sorte que le déplacement du petit chariot soit seulement la dixième partie de celui du grand chariot. On s'est assuré qu'il y a toujours proportionnalité complète entre les deux : par conséquent, les contacts $c\,c$ ... peuvent être employés à déterminer la position du chariot auxiliaire tout aussi bien que celle du premier.

Les astres artificiels sont formés par des ouvertures convenables pratiquées dans des plaques rigides et se projetant sur un fond lumineux. De petits artifices, sur lesquels il est inutile d'insister ici, permettent de reproduire les apparences de tous les astres que l'on peut observer dans le ciel. Ces mires sont fixées dans des pinces portées par les deux chariots.

On règle les curseurs-contacts de telle sorte qu'à l'instant où le circuit se ferme, l'image de l'astre artificiel occupe une position voisine de chacun des fils fixes utilisés pour l'observation. Ces positions sont déterminées exactement par des pointés au fil mobile. Connaissant : l'instant du contact, donné par l'enregistreur, la vitesse de déplacement du chariot, la position respective du point où se produit le contact et du fil où on observe le passage, on obtient sans difficulté l'instant vrai de ce passage. Il est plus expéditif et plus exact de procéder ainsi que de s'astreindre à établir une coïncidence, d'ailleurs précaire, entre les contacts et les passages aux fils.

Il ne reste plus qu'à comparer les passages observés aux passages calculés.

L'appareil a été installé sur le pilier de la mire Nord de notre grand instrument méridien ($0^m,135$ d'ouverture), et visé à travers le collimateur de cette mire. La détermination de l'équation personnelle peut ainsi se faire aussi commodément que celles des constantes instrumentales, sans qu'il y ait lieu d'interrompre les observations courantes. Diverses expériences ont d'ailleurs été faites avec cet appareil dans la chambre noire de 130 mètres de l'Observatoire : on s'est, dans ce cas, servi de la petite lunette méridienne de Bigaud ($0^m,057$ d'ouverture).

Comme éclairage, on a utilisé, suivant le cas, soit la lumière solaire réfléchie et diffusée en proportion convenable, soit la lumière d'une lampe à huile, soit la lumière électrique d'une lampe à incandescence.

III. — Erreur moyenne accidentelle d'un passage. — On va indiquer d'abord l'erreur moyenne accidentelle d'un passage, telle qu'elle résulte de la comparaison du résultat moyen d'une série de 40 ou 50 passages avec chaque valeur isolée de cette série.

On trouve que la loi des erreurs accidentelles en fonction de la décli-

naison δ est exactement représentée par des expressions de la forme suivante :

$$\text{Méthode OE-O} \ldots \varepsilon^2 = a^2 + b^2 \sin^2\frac{\delta}{2} + c^2 \sec^2\delta$$

$$\text{Méthode E} \ldots \varepsilon'^2 = a'^2 + b'^2 \sin^4\frac{\delta}{2} + c'^2 \sec^2\delta.$$

Dans les formules jusqu'ici proposées, ne figurent pas les termes en $b^2 \sin^2\frac{\delta}{2}$ ou $b'^2 \sin^4\frac{\delta}{2}$. Quelques auteurs ont essayé l'introduction de termes contenant les puissances troisième ou quatrième de séc δ; mais aucune n'était apte à représenter d'une façon tant soit peu passable nos observations.

Dans la grande chambre noire, la qualité des images ne laisse rien à désirer. Les observations faites à la petite lunette, à neuf vitesses différentes (depuis séc $\delta = 1$, jusqu'à séc $\delta = 68$) ont conduit aux expressions suivantes, relatives à des étoiles de quatrième à cinquième grandeur.

$$\text{OE-O} \ldots \varepsilon^2 \cos^2\delta = \left[\overline{0^s,071}^2 + \overline{0^s,100}^2 \sin^2\frac{\delta}{2}\right] \cos^2\delta + \overline{0^s,016}^2$$

$$\text{E} \ldots \varepsilon' \cos^2\delta = \left[\overline{0^s,046}^2 + \overline{0^s,240}^2 \sin^4\frac{\delta}{2}\right] \cos^2\delta + \overline{0^s,017}^2$$

Ainsi, à la vitesse équatoriale ($\delta = 0$), l'erreur moyenne accidentelle d'un passage est respectivement

$$\pm 0^s,074 \quad \text{et} \quad \pm 0^s,049.$$

La méthode E l'emporte ici de beaucoup en précision sur la méthode OE-O. Pour séc $\delta = 3$, on trouve que les deux procédés sont équivalents. Au voisinage du pôle, l'erreur converge vers

$$0^s,016 \text{ séc } \delta \quad \text{et} \quad 0^s,017 \text{ séc } \delta,$$

valeurs faibles, qui démontrent le bon fonctionnement de l'appareil.

Dans les déterminations faites au grand instrument, la qualité des images varie avec les conditions atmosphériques. On a donc noté cette qualité depuis 1, images à peu près inobservables, jusqu'à 5, images très bonnes.

Voici les formules représentatives de l'erreur accidentelle se rapportant à la qualité 4 : elles sont basées sur des observations faites à 11 vitesses

différentes, depuis séc $\delta = 1$ jusqu'à séc $\delta = 54$: il s'agit d'étoiles de cinquième à sixième grandeur.

$$\text{OE-O} \ldots \quad \varepsilon^2 \cos^2\delta = \left[0^s,071^2 + 0^s,100^2 \sin^2\frac{\delta}{2}\right] \cos^2\delta + 0^s,017^2$$

$$\text{E} \ldots \quad \varepsilon'^2 \cos^2\delta = \left[0^s,039^2 + 0^s,220^2 \sin^4\frac{\delta}{2}\right] \cos^2\delta + 0^s,018^2$$

On remarque d'abord que ces coefficients ne sont pas sensiblement différents de ceux qui se rapportent au petit instrument (images 5) : la qualité des images fait donc compensation à la petitesse de l'ouverture.

La supériorité de la méthode E, dans la région équatoriale, s'affirme encore d'une façon remarquable, bien que la valeur fournie par l'autre méthode soit inférieure à la plupart des chiffres publiés par divers auteurs. Ce n'est que vers séc $\delta = 3$ que la précision obtenue par les deux procédés devient sensiblement la même.

Il y a lieu maintenant d'indiquer l'influence de la qualité des images sur la précision des observations. Elle ressort suffisamment du tableau suivant, qui donne le rapport des carrés des erreurs moyennes répondant aux qualités 3 et 4.

Séc δ	$\frac{\varepsilon^2 \text{ (images 3)}}{\varepsilon^2 \text{ (images 4)}}$	
	OE-O	E
1	1,2	1,4
3	1,4	1,5
9	1,6	1,7
40	1,6	1,8

Il suit de là que la méthode E est plus que l'autre sensible au trouble des images, et que, en cas d'agitation, les étoiles à mouvement lent s'observent proportionnellement moins bien que les équatoriales.

Il est intéressant de rapprocher des résultats fournis par l'appareil à équation, ceux qui proviennent d'observations faites sur le ciel, dans des conditions météorologiques moyennes. Ici, la dispersion atmosphérique, le trouble des couches inférieures de l'atmosphère, interviennent pour troubler les images au voisinage de l'horizon et y faire croître rapidement l'erreur accidentelle : il est dès lors nécessaire de rendre la formule représentative de cette erreur fonction de la distance zénithale z. J'ai reconnu que les formules proposées jusqu'ici, avec des termes contenant la première ou la deuxième puissance de tang z ou de séc z, manquent de généralité, et j'ai tenu compte de la distance zénithale par un facteur de la forme

$e^{d\text{tang}z}$ (e, base des log. nép.). Mes observations de 1888, faites jusqu'à 88°,45 de distance zénithale, conduisent à l'expression

$$\text{OE-O} \ldots \varepsilon^2 \cos^2\delta = \left[\left(0^s,\overline{061}^2 + 0^s,\overline{097}^2 \sin^2\frac{\delta}{2}\right)\cos^2\delta + 0^s,\overline{023}^2\right] e^{0,048\text{tang}z}$$

qui s'accorde d'une façon remarquable avec les données de l'observation dans toute l'étendue du méridien.

IV. — Équation personnelle et ses variations. — Ce paragraphe donnera un aperçu des valeurs obtenues pour l'équation personnelle dans des conditions fort variées. Il n'a pas été observé moins de vingt-cinq mille passages; mais les nombreux tableaux où sont groupés les résultats ne sauraient trouver place ici.

On examinera seulement les déterminations faites à la grande lunette. En ce qui concerne le petit instrument, il suffira de dire que les valeurs tirées de son emploi diffèrent notablement, à cause de la plus grande épaisseur angulaire des fils, de ceux qui se rapportent au grand : on ne peut donc, en général, de l'équation personnelle déterminée à un instrument donné, conclure celle qui est applicable aux observations faites, dans les mêmes conditions extérieures, à un autre instrument de dimensions différentes.

Voici d'abord les valeurs normales de mon équation personnelle, c'est-à-dire celles qui se rapportent aux observations d'étoiles de cinquième à sixième grandeur, faites la nuit, dans le sens direct — droite à gauche, avec un grossissement de 130.

L'ensemble des déterminations poursuivies pendant plus de six mois donne :

$$\text{OE-O} \ldots - 0^s,30 ; \quad \text{E} \ldots - 0^s,13.$$

Ainsi, dans la première méthode, je fixe l'étoile à $0^s,30$ en arrière de la position qu'elle occupe réellement à l'instant de chaque battement du compteur; dans la méthode E, je presse la touche en retard de $0^s,13$.

La différence d'équation entre les deux méthodes est confirmée par des observations célestes.

Je vais maintenant passer en revue les circonstances qui peuvent entraîner une variation de l'équation :

1° *Vitesse.* — Jusqu'à 80° de déclinaison, l'équation est constante dans les deux méthodes : au delà, elle tend vers 0.

2° *Sens du déplacement.* — Le changement de sens occasionne dans la méthode OE-O une variation de $+ 0^s,05$ pour les vitesses les plus fortes; cette variation s'annule pour les circompolaires. Dans le procédé électrique, pas de changement.

3° *Observations de jour.* — Le champ de la lunette est alors éclairé par la lumière diffuse, et les fils présentent une plus grande netteté. La méthode OE-O ne donne lieu à aucune variation, tandis que la méthode E indique un changement bien accusé de + 0^s,07 à la vitesse équatoriale : résultat important au point de vue de la détermination des ascensions droites absolues, qui exige la comparaison des observations de jour à celles de nuit.

4° *Position de l'observateur.* — Des prismes à réflexion, à 45° et à 90°, adaptés à un oculaire terrestre de 0^m,12 de longueur, ont permis à l'observateur de prendre les positions correspondant aux directions suivantes : 90° et 45° au-dessus de l'horizon, 90° et 45° au-dessous. On a reconnu que la position de l'observateur est sans influence sensible.

5° *Grossissement de l'oculaire.* — Le grossissement étant porté à 250, c'est-à-dire à peu près doublé, on trouve, soit à l'appareil à équation, soit sur le ciel, qu'à ce changement correspond une variation dans l'équation personnelle de — 0^s,04 (OE-O) et de — 0^s,05 (E), en ce qui concerne les étoiles de déclinaison inférieure à 80°. Vers le pôle, pas de variation sensible. On ne gagne rien en précision, sauf lorsque les images sont exceptionnellement bonnes.

6° *Grandeur des étoiles.* — A l'aide de réseaux en treillis interposés au-devant de l'objectif, on peut facilement réduire la grandeur focale des étoiles dans des proportions déterminées. Une première série de recherches faites sur le ciel, OE-O, conduit aux valeurs suivantes comme corrections à faire aux passages d'étoiles de différentes grandeurs pour les rendre comparables à ceux des étoiles de sixième grandeur :

1re grandeur	+ 0^s,07	4^e grandeur	+ 0^s,03
2^e —	+ 0^s,05	7^e,5 —	+ 0^s,01

Ces résultats sont confirmés par les suivants, qui ont été fournis par l'appareil à équation :

Grandeur	Œ-O	E	Grandeur	Œ-O	E
1re	+ 0^s,075	+ 0^s,055	8^e	— 0^s,02	— 0^s,03
2^e	+ 0^s,06	+ 0^s,045	9^e,2	— 0^s,03	— 0^s,05
4^e	+ 0^s,03	+ 0^s,02			

On voit que ces écarts ont, de la première à la neuvième grandeur, une amplitude de plus de 0^s,10. Rapprochés de ceux qu'ont obtenus deux de mes collègues à l'Observatoire de Lyon, trois observateurs de Leyde et deux de Washburn Observatory, ils permettent d'énoncer l'importante conclusion qui suit, et qui est pour la première fois formulée :

Les variations de l'équation personnelle relatives à la grandeur des étoiles sont de même sens et de même ordre pour tous les observateurs.

7° *Éclairement du champ.* — Sans influence sensible dans la méthode E. Dans l'autre procédé, les passages des étoiles de sixième grandeur sont notés, avec éclairement faible, de $0^s,02$ à $0^s,03$ plus *tôt* que dans le cas d'un éclairement brillant.

8° *Changement d'œil.* — Résultat négatif.

9° *Étoiles doubles.* — En général, lorsque la différence d'ascension droite des composantes est moindre que 1^s, on constate, dans les deux méthodes, une variation d'équation personnelle de $+ 0^s,03$ à $+ 0^s,05$. Dans la méthode OE-O, l'estime du dixième est singulièrement gênée, et la précision laisse à désirer.

10° *Bords du soleil ou de la lune.* — On obtient comme changements de l'équation personnelle :

Bord	Œ-O	E
I	$+ 0^s,06$	$+ 0^s,11$
II	$+ 0^s,14$	$+ 0^s,13$

Les observations du soleil exigent donc, pour être comparables à celles des étoiles, une correction relativement forte, et d'ailleurs différente pour chaque bord.

Comme précision, la méthode E donne de bien meilleurs résultats que l'autre, l'erreur moyenne est, en effet, de $\pm 0^s,044$ dans le premier cas, tandis qu'elle atteint $\pm 0^s,090$ dans le second.

11° *Planètes.* — Les résultats sont analogues à ceux qui concernent les passages du soleil.

12° *Tache solaire.* — L'observation d'une tache sombre sur fond brillant donne lieu, comparativement aux étoiles, à une variation de l'équation personnelle atteignant :

OE-O ... $+ 0^s,13$ E ... $+ 0^s,12$

13° *Nébuleuses.* — Les nébuleuses et comètes, lorsqu'elles sont relativement brillantes et observables avec fils noirs sur champ éclairé, sont observées à peu près comme les étoiles des premières grandeurs : le changement de l'équation personnelle est encore positif, $+ 0^s,03$ à $0^s,06$.

Dans le cas de nébuleuses faibles, les passages s'observent mal, et la conclusion est qu'on doit alors recourir aux mesures micrométriques.

14° *Intervalle des battements du compteur.* — Si, au lieu d'un compteur à seconde, on emploie un chronomètre battant la demi-seconde et que l'on fixe la position de l'étoile à chaque battement, on arrivera à noter en réalité le vingtième de seconde, et il semble que l'observation

devra gagner en précision : c'est, en effet, ce qui a lieu. Avec ce procédé, la méthode de l'œil et de l'oreille donne des résultats à peu près aussi précis que la méthode E.

D'autre part, j'ai constaté que l'emploi d'un chronomètre à demi-seconde, ou mieux d'un pendule battant le centième de minute, abaissait mon équation de $+ 0^s,30$ à $+ 0^s,10$. Il sera intéressant de voir si ces résultats seront obtenus par d'autres observateurs.

V. — Équation décimale. — Quand on groupe les valeurs de l'équation personnelle d'après les dixièmes notés à l'observation, on constate qu'elle n'est pas la même pour chaque fraction de seconde, et que des différences notables existent entre les divers points de l'échelle décimale.

Si on considère, d'autre part, une longue série d'observations, où chaque dixième devrait se rencontrer le même nombre de fois, on est tout surpris de constater que certaines fractions surabondent au détriment de certaines autres. Voici un observateur qui, sur 1000 passages, trouve 190 fois les dixièmes 2 et 8, et seulement 36 fois le dixième 4 et 30 fois le dixième 6. Un autre note 250 fois 0, là où un troisième ne trouve ce chiffre que 35 fois.

L'équation décimale s'atténue, en général, lorsque les passages d'une étoile à plusieurs fils contiennent des dixièmes variés, ce qui est le cas général. Mais si, par hasard, le passage a lieu aux divers fils au même dixième de seconde ou à un petit nombre de dixièmes consécutifs, elle peut prendre une importance considérable, et il est possible de trouver là la raison de certaines discordances au premier abord inexplicables.

La discussion détaillée de nombreuses observations m'a conduit aux conclusions suivantes :

Pour un observateur non prévenu, l'équation décimale peut varier avec le temps, sous l'influence de certaines circonstances, telles, par exemple, qu'un changement dans le plan général des observations.

Il suffit que l'attention de l'observateur soit appelée sur cette erreur pour qu'aussitôt la loi d'évaluation du dixième soit modifiée en ses points les plus défectueux.

Parmi les circonstances indépendantes du temps qui peuvent faire varier l'équation décimale, il faut noter : la grandeur de l'instrument, le sens du déplacement, la forme apparente de l'astre, et, à un degré moindre, la vitesse.

C'est, en grande partie, à l'équation décimale qu'il faut rapporter les variations de l'équation personnelle avec le sens du déplacement, ou les différences d'équation que montrent les passages des deux bords des astres à diamètre apparent.

On peut indiquer comme causes de l'équation décimale :

Une habitude défectueuse, un défaut d'éducation qui fait que l'observa-

teur rapporte son estime à une échelle mentale plus ou moins incorrecte ;

L'astigmatisme de l'œil, qui peut nous faire estimer les fractions de droite proportionnellement plus petites ou plus grandes que celles de gauche ;

Le changement que peut amener dans le rythme mental le passage de l'étoile sous le fil : l'observateur subit une sorte de gêne à suivre alors l'étoile, et accélère ou retarde le battement intérieur que sa pensée substitue au battement réel du compteur ;

L'habitude qu'a souvent l'observateur d'estimer certaines fractions, 1, 2, 3 ou 7, 8, 9, d'une façon absolue, au lieu de comparer entre elles les deux fractions complémentaires, celle qui précède le fil et cell qui le suit.

M. E. DE BAILLEHACHE

Ingénieur, à Paris.

APPLICATION DES AVERTISSEURS ÉLECTRIQUES POUR LA PROTECTION DES BIFURCATIONS DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS. — APPLICATION DE CES MÊMES AVERTISSEURS POUR LA PROTECTION DES PASSAGES A NIVEAU DE LA COMPAGNIE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE, MONTAGE CHAPERON ET DE BAILLEHACHE. — POSTES DE SECOURS. — CONTROLE DE LA VITESSE DES TRAINS. — ENCLENCHEMENTS ÉLECTRIQUES.

— Séance du 25 septembre 1891 —

MESSIEURS,

Vous vous rappelez tous le prodigieux succès du chemin de fer de l'Exposition universelle : 42.000 trains ont transporté près de 6 millions et demi de voyageurs en six mois, sans un seul accident, avec un personnel improvisé, on pourrait presque dire inexpérimenté.

Cette petite ligne à double voie était très accidentée et ses passages à niveau ont été plus fréquentés à eux seuls que tous ceux des sept grandes Compagnies réunies, dans la même période de temps.

Et cependant il n'y a pas eu un seul accident sur cette voie ferrée !

Le souvenir de notre brillante Exposition est encore trop vif à votre mémoire, pour ne pas appeler votre attention sur ce fait généralement peu connu, que le principal facteur du succès du Decauville est dû aux quatorze avertisseurs électriques, système E. de Baillehache, qui étaient

installés, sept sur la voie montante, sept sur la voie descendante, comme seuls moyens de sécurité pour assurer le service d'une exploitation aussi intense.

Si j'avais à vous faire l'historique de ce qui s'est passé, j'ajouterais que, le 7 mai 1889, le deuxième jour de l'inauguration, un accident, qui aurait pu avoir de graves conséquences, se serait produit infailliblement au passage de la Bourdonnais, si l'avertisseur placé à la halte de l'Alimentation et desservant ce passage n'avait été posé; car une collision terrible de deux trains, dont l'un faisait voie arrière avec 300 voyageurs, se serait produite avec un autre train également plein de monde, si l'installation de l'avertisseur de la halte de l'Alimentation n'avait pas été terminée quelques minutes plus tôt. Vous tirerez de ce fait la conséquence que les avertisseurs électriques peuvent rendre des services importants dans les chemins de fer, soit pour parer aux défaillances des agents, soit comme moyen efficace de contrôle dans une exploitation bien comprise.

Ces avertisseurs, que le public de l'Exposition désignait généralement sous le nom de lézards de la voie, consistent dans une plaque de tôle d'acier de $0^m,005$ placée parallèlement à un centimètre du rail extérieur.

La surface de cette plaque B *(fig. 1)* présente un rebord, la tôle étant coudée et légèrement arrondie à ses extrémités en dos d'âne, de manière à ne pas être rencontrée brusquement par les bandages des roues de la machine ou des wagons. La surélévation est de 0^m006 au-dessus du niveau des rails.

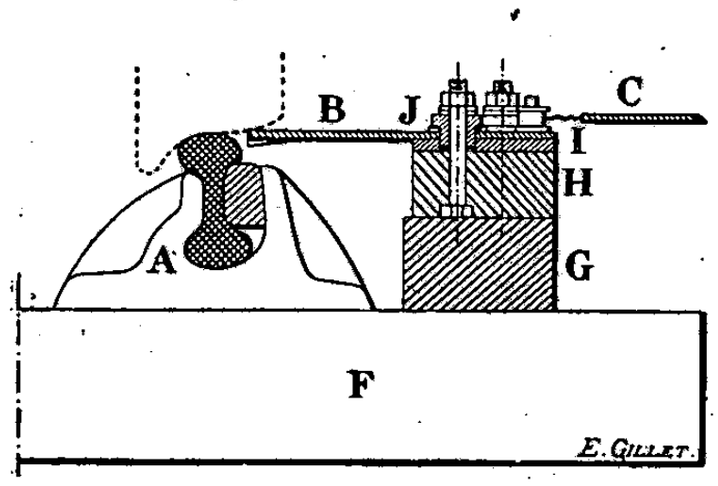


Fig. 1.

Afin de donner à cette plaque une flexion très douce, elle est placée entre deux bandes de caoutchouc.

Des équerres en fer la maintiennent solidement fixée sur une longrine G assujettie sur des traverses de la voie F, à l'aide de tire-fonds. Elle porte deux fortes bornes en cuivre munies d'écrous et de contre-écrous, où l'on serre le conducteur métallique (câble) qui passe en terre pour venir se rattacher au fil de ligne.

L'appareil est recouvert d'une feuille de tôle galvanisée lui servant de toiture.

Comme par le passage d'un train ou d'une machine, les bandages des roues touchent en même temps le rail et le contre-rail, le circuit est fermé électriquement et le contact a lieu autant de fois qu'il y a de roues en prise.

Il y a, en effet, autant de déclenchements dans l'appareil récepteur qu'il

y a d'essieux. Les interruptions sont très nettes. Elles se dessinent chaque fois que la roue abandonne l'extrémité du contre-rail.

Les applications des avertisseurs électriques aux voies ferrées sont multiples. Voici les principales :

SIGNALEMENT DES TRAINS		NOMBRE de CONTRE-RAILS
Voie double.	Passages à niveau gardés.	1 par kilomètre.
	— — non gardés.	2
Voie unique.	— — gardés.	2
	— — non gardés.	4
	Bifurcations	1
	Entrée et sortie des tunnels.	2
	Dans les rampes	2
	Dans les courbes.	1
	Pour prévenir les déraillements sur les points dangereux.	4
	Pour créer les postes de secours. . . .	1

Dans quelques applications particulières, telles que pour l'enclenchement à distance des verrous électriques des leviers de manœuvre par les roues d'un train ou d'une machine, la longueur des contre-rails est portée à six mètres :

La Compagnie d'Orléans a un de ces types posés à la gare de Paris, près du disque avancé (voie d'arrivée). De même, si l'on désire faire répéter dans un fourgon les signaux de la voie, il faudrait utiliser des contre-rails de trois mètres de longueur.

Je n'insisterai pas sur cette dernière installation, dont la démonstration expérimentale va être faite par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. Elle sera l'objet d'une communication spéciale à l'Association française pour l'avancement des sciences à une autre session.

PROTECTION DES PASSAGES A NIVEAU, TYPE P.-L.-M. *(montage Chaperon et de Baillehache) (fig. 2)*. L'installation d'un poste de passage à niveau (type P.-L.-M.) se compose d'un contre-rail isolé placé parallèlement à la voie et relié à un fil de ligne, dont l'extrémité est soudée à un fil d'une bobine de résistance (2.000 ohms), dont la sortie est mise directement à la terre.

Le contre-rail est donc monté en dérivation sur le fil de la ligne, de telle sorte que quand le train vient à rencontrer la plaque de contact, la résistance se trouve annulée et le courant trouvant directement la terre au rail agit avec toute son intensité et fait tomber le volet de l'annonciateur qui, dans sa chute, coupe la ligne et amène le répétiteur à zéro.

Dans le poste proprement dit se trouvent un relai désigné sous le nom d'annonciateur A *(fig. 2)*, un répétiteur R, une sonnerie S fonctionnant en

local et un commutateur C qui permet d'isoler les appareils pendant la nuit, si le passage à niveau ne doit pas rester ouvert.

Le montage, comme on le voit, est à courant continu; la dépense de

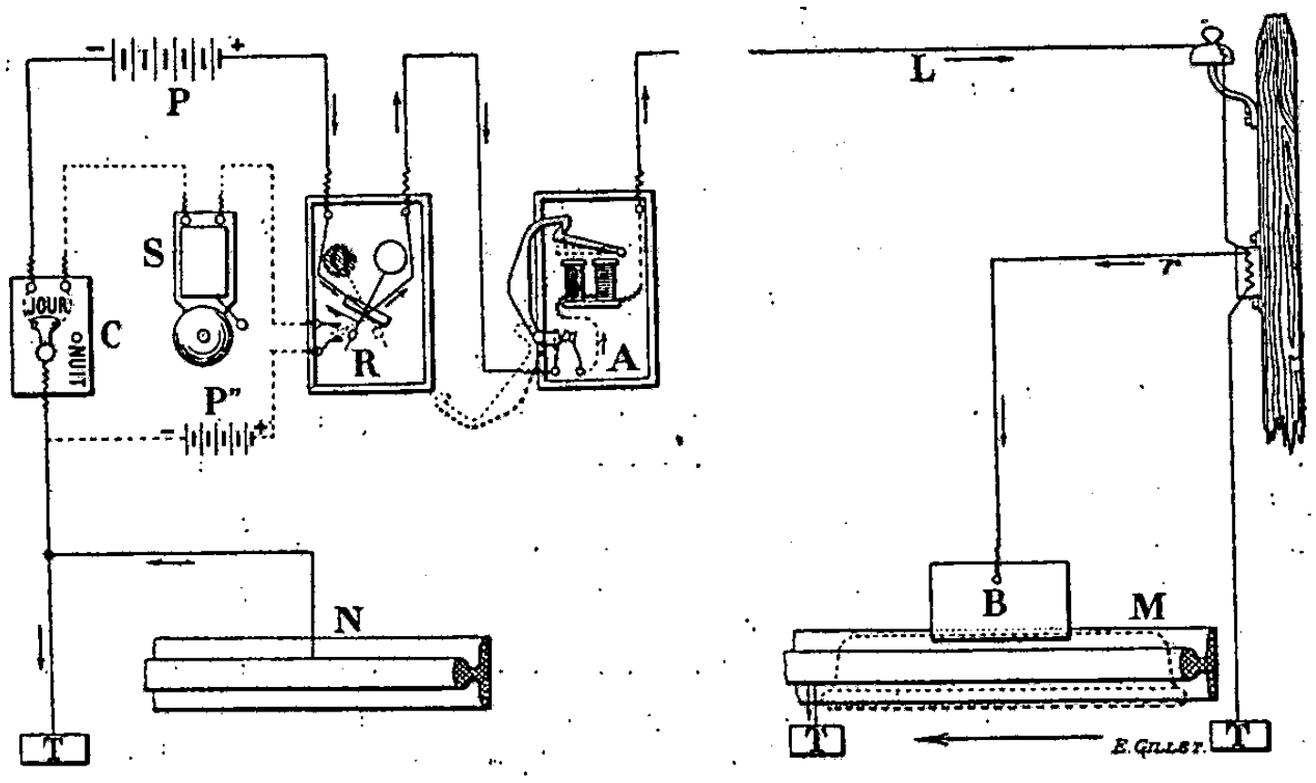


Fig. 2.

la pile se trouve réduite à son minimum, par suite de la résistance intercalée dans le circuit de la ligne.

Le répétiteur fait l'effet d'un galvanomètre. Quand le courant faiblit, il accuse les décroissances du courant et s'efface peu à peu, comme un disque lunaire, et lorsqu'il ne présente plus que la forme d'un croissant ou d'un premier quartier, le garde-barrière est prévenu que la pile est fatiguée et a besoin d'être refaite.

Protection des passages a niveau. — Voie double *(fig. 3)*. — La

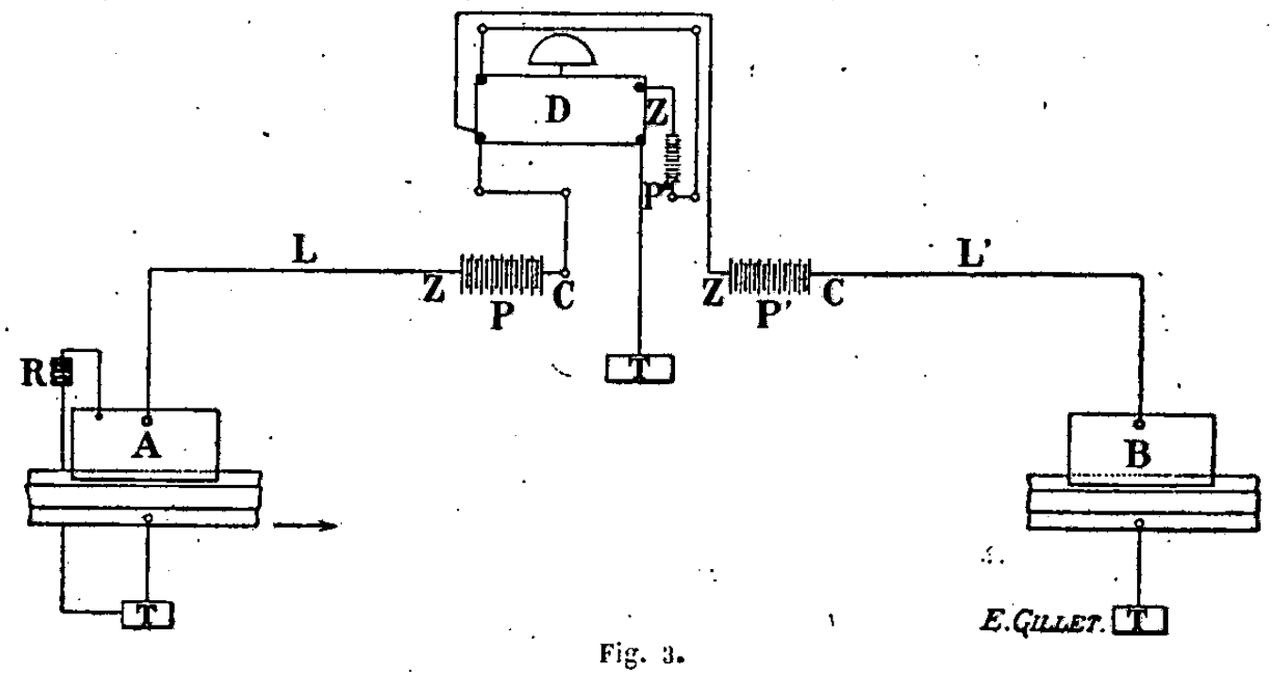


Fig. 3.

protection des passages à niveau peut encore se faire en plaçant un contre-rail isolé *A* à 1.200 mètres du poste du garde-barrière, de manière

que le train passant sur le contre-rail isolé en *A* actionne le relai automatique *D* et déclenche la sonnerie, qui se met à tinter d'une façon continue, jusqu'au moment où le même train, en passant sur un deuxième contre-rail en *B*, arrête le marteau de la sonnerie ou de la cloche. Ce deuxième contre-rail est placé près du poste, soit à 100 ou 200 mètres du passage gardé.

L'enclenchement et le déclenchement de la sonnerie sont dus à un effet d'inversion, que l'on voit facilement en examinant l'appareil que nous allons décrire plus loin brièvement.

Il est à remarquer toutefois qu'il y a en *R* une bobine de résistance, de telle sorte que, quand aucun train ne passe sur le contre-rail *A*, il existe une faible dérivation à la terre, à travers la bobine de résistance. Cette dérivation n'est pas capable d'actionner une sonnerie : elle est établie comme contrôle de l'état électrique de la ligne.

Ce montage donne l'avantage de marier le courant continu avec le courant intermittent, c'est-à-dire de recueillir les avantages propres à chacun d'eux, en en supprimant les inconvénients.

En effet, la pile de ligne travaille très peu, à cause de la résistance *R*, et cependant le garde-barrière dans le poste duquel est un galvanomètre, voit de suite si sa ligne est en état de fonctionner par la déviation de l'aiguille, qui est à 0° lorsqu'il y a absence de courant et marque 4° à 5° avec une perte faible, à cause de la résistance *R* limitant cette perte.

Quand le train passe sur le contre-rail *A*, la résistance de la bobine *R* est annulée par le contact de la roue avec la plaque dite « contre-rail isolé » et tout le courant de ligne, étant mis directement à la terre, la palette de relai, oscillant entre les fers doux d'un double électro-aimant, joue le rôle d'un commutateur automatique.

Elle se trouve attirée vigoureusement contre les deux lames, qui ferment le circuit local de la sonnerie : celle-ci se met à tinter avec force sous l'action de sa pile locale.

L'effet inverse a lieu quand, le train passant en *B*, la palette du relai est actionnée en sens opposé : elle cesse d'être en contact avec les deux lames désignées plus haut et reprend sa position première, c'est-à-dire qu'elle se met au repos. Il n'y a donc plus alors de circuit local, et la sonnerie reste muette.

Quant à l'aiguille du galvanomètre, comme elle a été influencée en sens inverse, on voit qu'au moment du passage des trains sur *A* et *B* elle a marqué — 90° et + 90°, avant de revenir à + 4°, c'est-à-dire à la position qu'elle occupe quand il n'y a pas de train ou machine franchissant les contre-rails.

PROTECTION DES PASSAGES A NIVEAU. — VOIE UNIQUE *(fig. 4)*. — Sur

voie unique, comme le train peut se présenter à droite ou à gauche du passage à niveau, il y a deux directions.

Par direction, il faut deux plaques de contact, soit, comme la figure 4

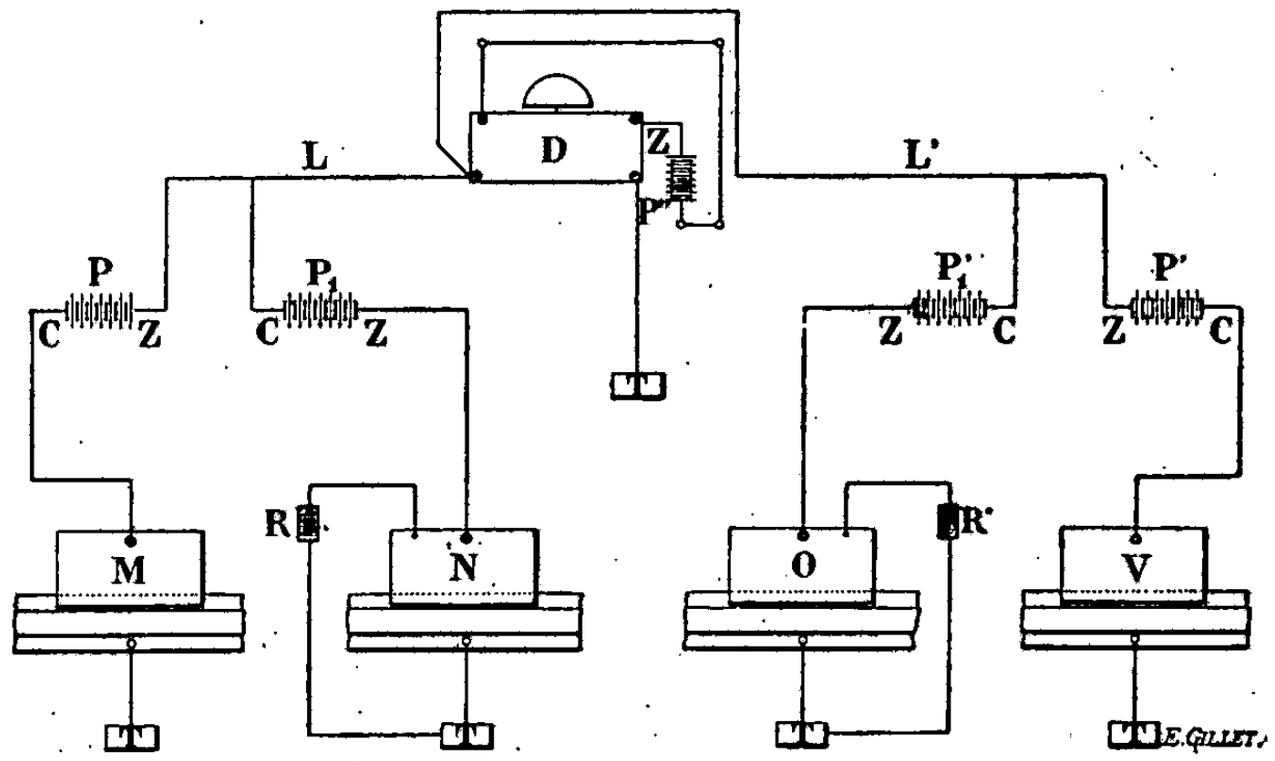


Fig. 4.

l'indique, deux contre-rails *MV*, qui servent à arrêter le tintement de la sonnerie et deux autres contre-rails de mise en marche *N*. *O*.

La distance entre *M* et *N* est de 200 mètres environ.

Celle entre *N* et *O* de 2.000 mètres.

Celle entre *O* et *V* de 200 mètres.

De cette manière, si le train vient de *M* se dirigeant sur *V*, la sonnerie à relai automatique ne sera actionnée que quand le train passera sur le contre-rail relié au fil *N*. Elle ne s'arrêtera que lorsque ce même train arrivera sur le contre-rail placé en *V*. De même si le train venait de *V* marchant sur *M*, en passant sur *V* le train laisse la sonnerie muette : en passant en *O* il actionne cette sonnerie ; elle continue de tinter quand le train arrive sur le contre-rail à *N* et ne s'arrête que quand ce même train vient en contact avec le contre-rail relié au fil *M*.

Sur voie unique, quand le passage à niveau est gardé, deux contre-rails isolés suffisent pour l'annonce des trains ; c'est le garde qui met la sonnerie à l'état de repos, une fois le passage du train signalé, en pressant sur un bouton de sonnerie placé dans son poste.

Bifurcations. — Après plusieurs années d'expériences, la Compagnie d'Orléans a été amenée à protéger ses bifurcations d'une façon remarquable.

La voie reste normalement fermée. Le disque avancé, placé à 1.800 mètres de l'aiguille, devient un signal d'arrêt absolu, protégé à 1.200 mètres au delà par un contre-rail isolé, de telle sorte que, quand un train vient à

passer sur cet avertisseur, l'aiguilleur dont le poste est relié par un fil télégraphique à cet avertisseur, est prévenu de l'arrivée du train au moins une minute avant que le train ne se présente devant le disque.

Il a donc le temps moral de savoir ce qu'il doit faire.

S'il néglige d'ouvrir la voie, le mécanicien trouve un disque à l'arrêt; la négligence de l'aiguilleur peut occasionner un retard aux trains, mais elle n'amène pas de collision.

Si le règlement adopté par la Compagnie d'Orléans le 5 janvier 1891 était appliqué partout, on n'aurait pas à redouter des accidents du genre de celui de Saint-Cyr-l'École (Ouest), (trains pris en écharpe à une bifurcation).

Il y a, en effet, une zone réputée très dangereuse entre le disque avancé et l'aiguille d'une bifurcation, malgré le signal carré placé à 400 mètres de cette aiguille et destiné à la protéger.

En effet, quand un aiguilleur, attendant deux trains dont l'un est en retard, ferme la voie au train A par exemple, pour laisser passer le train B, il ne sait pas où est ce train A et si le disque avancé, au moment de sa manœuvre, n'a pas été déjà dépassé.

Si, en effet, quelques secondes plus tôt le mécanicien du train A a franchi le disque, qu'il a trouvé ouvert, ce disque peut se trouver fermé derrière le train et l'accident connu sous la dénomination de trains pris en écharpe se produit, sans que ni l'aiguilleur de la bifurcation, ni les mécaniciens des trains A et B ne soient fautifs.

Tous peuvent affirmer avoir fait leur devoir. L'accident est arrivé. On aurait pu cependant facilement l'éviter en gardant la voie normalement fermée et en plaçant des avertisseurs à une distance telle que le train se signale une minute au moins avant d'arriver au disque.

Résumé. — Le principal rôle des avertisseurs électriques E. de Baillehache est donc d'assurer, d'une manière certaine, la sécurité des bifurcations et des passages à niveau.

Certaines Compagnies les emploient aussi pour contrôler la vitesse des trains, parce que chaque fois qu'une roue passe sur la plaque de contact, l'armature du relai est attirée contre l'électro-aimant; l'oreille de certains aiguilleurs est tellement familiarisée avec ces déclenchements successifs, que ces agents peuvent, *de auditu*, indiquer non seulement le nombre des voitures qui composent un train, mais encore la composition même de ce train, tous les wagons n'ayant pas le même écartement, les sleeping-cars, par exemple, étant montés sur boggies, avec un écartement plus espacé que ceux des wagons ordinaires et les battements de l'armature contre l'électro-aimant du relai étant plus rapides avec les trains de vitesse qu'avec les trains de marchandises.

Après tant de douloureux accidents, il semble indispensable de com-

pléter le règlement concernant les signaux, les appareils de block, par une annexe importante dont voici la formule :

« Comme tout signal fait intempestivement peut amener une catastrophe, il faut que le signal soit fait à un moment *précis, quand le train passe en un point déterminé*, basé sur une distance donnée et fixe, et non en ne prenant comme coefficient de sécurité que l'heure à laquelle un train doit se présenter devant le disque. »

De cette manière, un train en retard ne risque plus de brûler un signal à une bifurcation : c'est la solution réalisée par la Compagnie d'Orléans, qui devrait servir de type à toutes les bifurcations de chemins de fer, parce que la sécurité des trains, et par là même des voyageurs, est assurée d'une manière parfaite avec cette ingénieuse disposition.

M. Émile BELLOC

à Paris.

SUR UN NOUVEL APPAREIL DE SONDAGE PORTATIF, A FIL D'ACIER

— Séance du 23 septembre 1891 —

Les naturalistes et les ingénieurs hydrographes qui se livrent à des travaux scientifiques dans les montagnes savent combien il est urgent de réduire au strict nécessaire le poids et le volume des appareils. Cette considération et les études que je poursuis depuis plusieurs années dans les lacs de la haute montagne (1), notamment dans les Pyrénées, m'ont amené à imaginer un petit instrument de sondage et de recherches, d'une grande légèreté, pourvu des organes les plus essentiels, et dont la précision ne laisse rien à désirer.

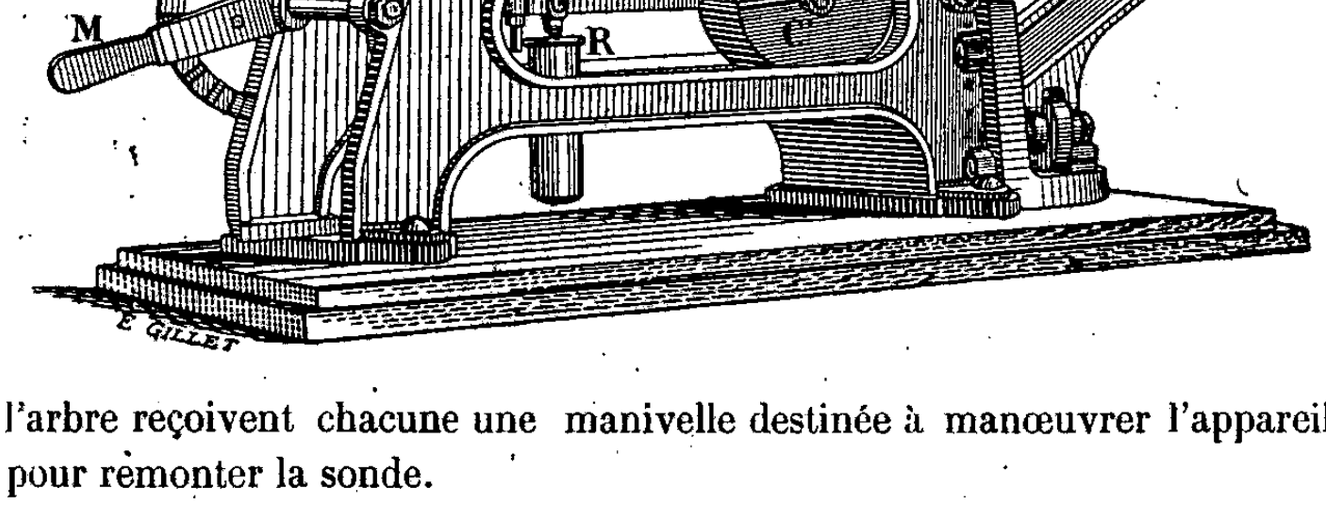
Principalement destinée à l'étude générale des phénomènes naturels des eaux, et aux levers topographiques des reliefs sous-marins et sous-lacustres, cette petite machine, pesant moins de 4 kilogrammes, avec laquelle j'ai déjà fait un grand nombre d'expériences diverses, m'a servi de modèle pour combiner un nouvel appareil également portatif, et muni, comme le premier, d'un fil d'acier, mais plus robuste et approprié aux recherches sous-marines.

(1) Émile Belloc, *Le lac d'Oô* (Hautes-Pyrénées), sondages et dragages. Paris, Leroux, 1890.

En voici la description :

Un bâti formé de deux flasques parallèles en bronze, que réunissent des entretoises de même métal, est solidement fixé sur une forte planchette servant, en même temps, de socle à la machine et de fond à la caisse d'emballage (1) destinée à la transporter.

Un tambour en fonte A est calé sur l'arbre principal de la machine. Il peut enrouler environ 1.100 mètres de fil d'acier de huit dixièmes de millimètre, ou 2.000 mètres de fil de cinq dixièmes. Les deux extrémités de



l'arbre reçoivent chacune une manivelle destinée à manœuvrer l'appareil pour remonter la sonde.

A droite du tambour, une roue à rochet permet d'arrêter brusquement la machine. A gauche, une gorge peut laisser passer une lame de frein dont le double rôle est de régulariser le déroulement du fil et de signaler automatiquement la fin de la course du poids de sonde.

Du tambour autour duquel il s'enroule, le fil passe sur une poulie plus élevée B et, de là, il est renvoyé sur une seconde roue C située à la partie inférieure et à demi plongée dans un auget C′ pouvant contenir une matière destinée à protéger le fil contre l'oxydation. Cette roue est supportée par un levier L qui agit sur le frein pour indiquer le moment précis où la sonde

(1) Les dimensions de cette caisse, égales, à l'épaisseur du bois près, à celles de la machine, sont $0^m,30 \times 0^m,45 \times 0^m,50$. Le poids de l'appareil est d'environ 20 kilogrammes.

touche le fond. Ensuite le fil remonte verticalement dans la gorge d'une poulie métrique D, c'est-à-dire munie d'un compteur de tours à cadran, qui a pour base deux subdivisions du mètre; il l'enveloppe complètement avant de s'engager entre deux cylindres entourés d'un feutre épais, qui servira à le sécher à la montée, et, finalement, il se coude presque à angle droit sur une quatrième poulie F, placée à l'extrémité de la flèche ou bigue, qui surplombe l'endroit où la sonde doit être immergée.

Les excès de tension sont atténués par le frein automoteur, qui se règle facilement à l'aide d'une patte à ressort N placée au bas du tambour et à l'arrière de la machine. Le compteur est actionné par une vis sans fin sur l'axe de laquelle est fixée la poulie métrique.

La flèche est démontable à son point d'attache G. A l'aide d'une disposition fort simple, on peut, selon les besoins du moment, changer sa direction à droite ou à gauche, lui permettre un mouvement de va-et-vient entre deux points déterminés, ou l'immobiliser sur un point quelconque du plan horizontal dans lequel elle se meut, sans arrêter la marche de la machine. Il en résulte que l'opérateur peut, sans se pencher hors du bateau, manœuvrer la flèche et, par conséquent, ramener la ligne de sonde contre le bord ou à l'intérieur de l'embarcation, pour y attacher les poids de sonde ou les instruments destinés aux recherches. L'arc de cercle que la flèche est capable de décrire peut atteindre 180°.

Afin d'adoucir les frottements, les poulies sont en bronze, tandis que les axes sont en acier. Ceux-ci ont été calculés pour ne jamais supporter un effort supérieur à 2 kilogrammes par millimètre carré.

Les chapeaux des paliers, disposés comme des susbandes d'affûts, sont facilement démontables, n'étant tenus que par des chevilles à ergot.

Réduit au minimum de poids et de volume, de façon à pouvoir le porter aisément jusque sur les rives des lacs de montagnes les plus difficilement accessibles, cet appareil peut recevoir des applications fort nombreuses; et, quoiqu'il soit principalement destiné à l'étude des eaux et des fonds marins et lacustres, il peut être utilisé en dehors de l'élément liquide, pour mesurer verticalement la profondeur de toute cavité, ou la hauteur de toute élévation dont le sommet est praticable et la base peu accessible.

Si rapide et si incomplète que soit la description qu'on vient de lire, de cet appareil et des applications diverses auxquelles ils se prête, elle permet cependant de se faire une idée des services que peuvent en attendre les marins, les ingénieurs hydrographes et les explorateurs.

En dehors même des études savantes, il est incontestable que la marine, pour ses sondages courants, aurait tout avantage à se servir d'un appareil de ce genre, précis et parfaitement maniable, dans lequel le fil d'acier, toujours égal, à peu près inextensible, ne donnant, à cause de son faible diamètre et du poli de sa surface, aucune prise aux courants, remplace

avantageusement le fil ordinaire en matière textile, à peu près uniquement employé jusqu'ici pour sonder les parages avoisinant les côtes. Celui-ci, en effet, est beaucoup plus lourd, s'allonge ou se raccourcit, et ne peut fournir, par conséquent, que des résultats approximatifs.

L'intervention obligeante de M. le baron Jules de Guerne m'a permis de soumettre à S. A. le prince Albert de Monaco, durant la période d'armement scientifique de son nouveau yacht, *la Princesse Alice*, les plans de mon nouvel appareil. Le Prince ayant bien voulu en faire exécuter un par son ingénieur-constructeur, M. J. Le Blanc, sous l'habile direction de M. Eude, son exemple a été immédiatement suivi par M. A. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées, à Thonon, dont on connaît les travaux sur les lacs de la Savoie (1).

Grâce à la complaisance de l'éminent ingénieur, M. Eiffel, et à l'obligeance de l'administration de la Tour du Champ de Mars, il m'a été possible, au mois de juillet dernier, de faire personnellement, avec ma machine, des expériences concluantes. D'un autre côté, M. A. Delebecque, qui s'est servi de ce sondeur, pendant plusieurs mois consécutifs, pour exécuter un très grand nombre de sondages dans les lacs de la Savoie, de l'Isère, du Doubs et de l'Ain, ayant déclaré que la machine remplit très bien le but auquel elle est destinée, on peut conclure que ce nouvel appareil portatif, mis en œuvre de plusieurs côtés à la fois, a satisfait aux épreuves que lui ont fait subir les praticiens compétents.

M. J. CURIE

Lieutenant-Colonel du génie en retraite, à Versailles.

SUR LES BATARDEAUX EN MAÇONNERIE

— Séance du 23 septembre 1891 —

L'idée, qui paraît avoir pris une certaine faveur, de résoudre les difficultés que présente le percement de l'isthme de Panama par la création d'un lac intérieur fermé à ses deux extrémités par des barrages et mis en communication avec la partie maintenue à niveau du canal, au moyen

(1) DELEBECQUE, *C. R. Sc.*, 22 décembre 1890, 5 janvier et 20 avril 1891.
A. DELEBECQUE et E. LEGAY, *Note sur les sondages du lac d'Annecy*. (Annales des Ponts et Chaussées, 1891.)

d'écluses à grande dénivellation, nous a conduit à rechercher quel serait le profil qu'il conviendrait d'adopter pour la construction de batardeaux en maçonnerie, auxquels on demanderait avant tout une stabilité absolue, sans reculer devant une dépense considérable que justifierait, d'une part, la grandeur de l'entreprise et la longueur relativement restreinte à donner à ces ouvrages, et, d'autre part, la nécessité d'éviter les accidents, si dangereux et si coûteux à réparer, auxquels on s'exposerait en ne donnant pas aux barrages une solidité à toute épreuve.

La nécessité de donner une très grande résistance à ces batardeaux s'impose, d'ailleurs, d'une manière d'autant plus impérieuse qu'il pourrait se produire telle circonstance où ils auraient à résister de front à l'arrivée subite d'une énorme masse d'eau animée d'une grande vitesse et possédant dès lors une force vive redoutable.

Nous traiterons la question en nous plaçant dans des conditions théoriques qui simplifient la solution et permettent de mieux apprécier comment les résultats devront varier avec les données du problème. Ainsi, nous supposerons au batardeau un profil de forme triangulaire et nous admettrons que son sommet se trouve exactement au niveau de l'eau de la retenue.

Quand il s'agira ensuite de passer de ce profil à celui qui conviendra le mieux dans la pratique, la marche à suivre sera la même, seulement le calcul à faire sera un peu moins simple.

Les considérations théoriques sur lesquelles nous nous appuierons n'ont rien de nouveau ; mais les résultats nous ont paru intéressants à signaler.

Comme terme de comparaison, nous établirons d'abord que si le profil du mur était rectangulaire, et si l'on adoptait pour coefficient de stabilité, au lieu du chiffre $\sigma = 5$, qui, d'après *notre théorie de la poussée des terres*, correspond à la stabilité ordinaire des revêtements de Vauban, le chiffre $\sigma = 4$ qui est souvent suffisant, l'épaisseur à adopter pour un batardeau serait donnée par la relation $Qq = \sigma Pp$, dans laquelle on aurait, pour la poussée, $P = \frac{1}{2}H^2$; pour son bras de levier, $p = \frac{1}{3}H$, et pour le poids du mur, par mètre courant, $Q = \delta He$, et son bras de levier $q = \frac{1}{2}e$; d'où $Qq = \frac{\delta}{2}He^2 = \frac{\sigma}{6}H^3$.

On en tire $e = H\sqrt{\frac{\sigma}{3\delta}}$, et, en faisant $\sigma = 4$ et $\delta = 2$, $e = H\sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}816\,H$; ce qui, pour $H = 28$ mètres, donne $e = 22^m{,}80$.

Cette épaisseur peut paraître excessive (*) ; mais, dans le cas de l'équi-

(*) Si on voulait la réduire, en se contentant de $\sigma = 3$, on aurait $e = 19^m{,}75$, et pour $\sigma = 2$ l'épaisseur serait $e = 16^m{,}13$.

libre strict, on a $\frac{\delta}{2} He^2 = \frac{H^3}{6}$, d'où $e = \frac{H}{\sqrt{6}} = \frac{H}{2,45} = 0,408\,H = 0,408 \times 28$ $= 11^m,40$, c'est-à-dire la moitié de l'épaisseur trouvée ci-dessus, comme

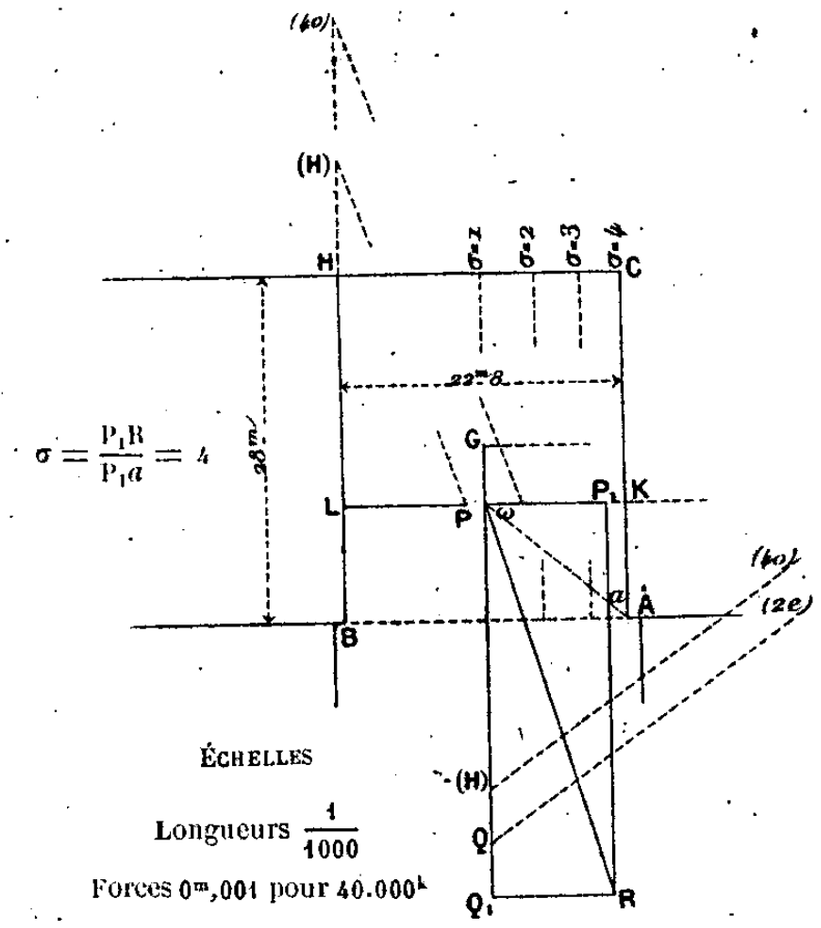


Fig. 1. — Profil rectangulaire.

on devait s'y attendre. Il n'y a donc pas exagération à quadrupler le moment de la résistance en doublant l'épaisseur du mur.

Avec des épaisseurs moyennes peu différentes, les profils triangulaires vont nous donner des conditions de stabilité bien plus satisfaisantes; et même, dans certains de ces profils *(fig. 4 et 5)*, la pression de l'eau, au lieu de tendre à produire le renversement du côté de l'extérieur, tendra, au contraire, à l'empêcher.

Soit H la hauteur du mur, égale à celle de la charge d'eau qui agit sur sa paroi intérieure, et soit ε l'angle de cette paroi avec la verticale, la pression, par unité de surface, sur un élément $\frac{dz}{\cos \varepsilon}$ situé à une hauteur z au-dessous du niveau de l'eau, étant z, la pression totale $\int_0^u \frac{z dz}{\cos \varepsilon}$ sera $P = \frac{H^2}{2 \cos \varepsilon}$. Elle sera normale à la paroi du mur supposée plane, et elle sera appliquée au point L situé au tiers de la hauteur à partir de la base. Si l'on désigne par α l'angle du parement extérieur avec la verticale, la base du mur sera $e = H(\operatorname{tg} \varepsilon + \operatorname{tg} \alpha)$, et si δ représente le

rapport du poids du mètre cube de maçonnerie à celui du mètre cube d'eau, le poids du mur sera $Q = \frac{1}{2}\delta He = \frac{1}{2}\delta H^2(\operatorname{tg}\varepsilon + \operatorname{tg}\alpha)$.

Les deux forces P et Q ayant leur point de rencontre ω, à l'intersection de la perpendiculaire menée, en L, à la paroi BH et de la verticale $G\omega$ menée par le centre de gravité G du mur, situé au milieu de l'horizontale LK, c'est ce point ω qui devra être considéré comme le point d'application de leur résultante ωR.

Si l'on considère le triangle $\omega P_1 R$ formé par ces trois forces, on remarque qu'il est semblable au triangle BA'H que l'on obtiendrait en portant, à gauche du point B, une longueur BA' égale à BA $\times\ \delta$ *(fig. 5)*, car l'angle en P_1 est égal à l'angle en B, comme compris entre des côtés perpendiculaires deux à deux, et les deux forces P et Q sont respectivement proportionnelles aux côtés $BH = \frac{H}{\cos\varepsilon}$ et $BA' = \delta H(\operatorname{tg}\varepsilon + \operatorname{tg}\alpha)$. La résultante ωR est donc perpendiculaire à HA'.

Pour assurer au batardeau la stabilité la plus grande possible, nous ferons passer cette résultante par le milieu de l'épaisseur de la base.

Or, $Bg = H\left\{\frac{1}{3}\operatorname{tg}\alpha + \frac{2}{3}\operatorname{tg}\varepsilon\right\}$ et $gr = \omega g \times \operatorname{tg} A' = \left(\frac{e}{3}\operatorname{tg}\varepsilon - \frac{H}{3}\right)\frac{H}{\delta e + H\operatorname{tg}\varepsilon}$,

$gr = \left[\frac{H}{3}(\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\varepsilon) - \frac{H}{3}\right]\frac{H}{\delta H\operatorname{tg}\alpha + \delta H\operatorname{tg}\varepsilon + H\operatorname{tg}\varepsilon}$; et, par conséquent, comme on doit avoir $Br = Bg - gr = \frac{1}{2}BrA$, on arrive, toutes réductions faites, à l'équation :

$$(\delta - 1)\operatorname{tg}^2\varepsilon - 3\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\varepsilon - \delta\operatorname{tg}^2\alpha + 2 = 0,$$

qui donne :

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \frac{3\operatorname{tg}\alpha \pm \sqrt{(9 - 4\delta + 4\delta^2)\operatorname{tg}^2\alpha - 8(\delta - 1)}}{2(\delta - 1)}.$$

Supposons maintenant, sans faire aucune hypothèse sur δ, que l'on veuille faire $\varepsilon = \alpha$, ce qui rendrait le profil symétrique par rapport au plan vertical passant par l'arête supérieure du mur, et remplirait ainsi la condition voulue pour que le mur, avant d'être soumis à l'action de la pression de l'eau, exerçât sur sa base une pression passant, comme dans le cas de la charge d'eau, par le milieu de l'épaisseur de cette base *(fig. 4)*.

L'équation générale devient alors, quel que soit δ :

$$2\operatorname{tg}^2\alpha - 1 = 0,$$

d'où :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}707 = \operatorname{tg}\varepsilon \quad \text{et} \quad \alpha = \varepsilon = 35°,20', \quad \text{ou} \quad \alpha + \varepsilon = 70°,40'.$$

La base serait alors $e = H\sqrt{2} = 1{,}414H$, et le profil $0{,}707H^2$.

Cherchons la condition pour que la surface du profil du mur, ou,

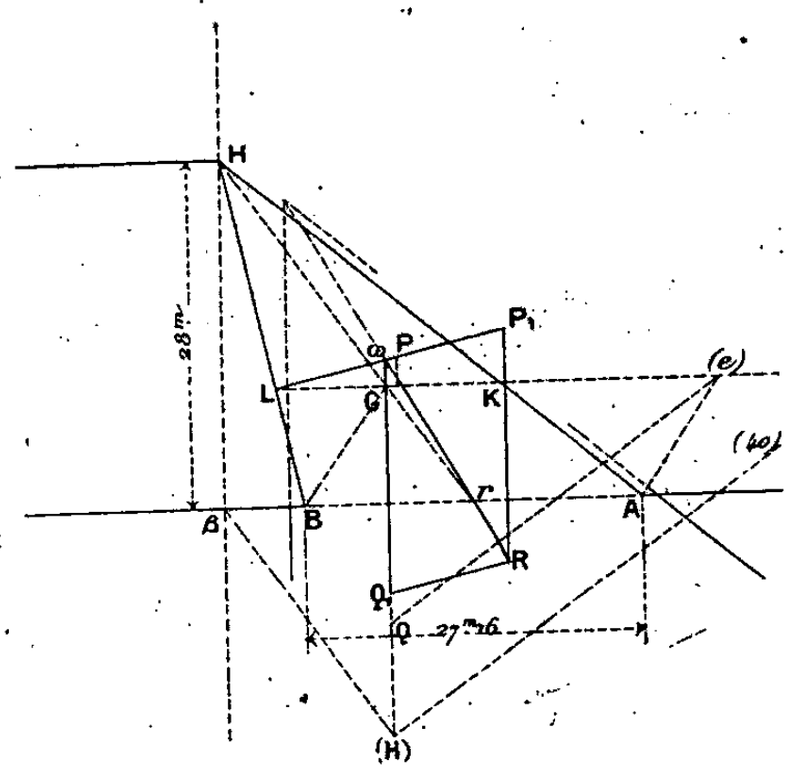


Fig. 2. — Profil minimum.

ce qui revient au même, sa base soit un minimum. A cet effet, posant $\operatorname{tg}\varepsilon + \operatorname{tg}\alpha = m$, et substituant dans l'équation $\operatorname{tg}\varepsilon = m - \operatorname{tg}\alpha$, on trouve, toutes réductions faites :

$$\operatorname{tg}^2\alpha - \left(\delta + \frac{1}{2}\right) m \operatorname{tg}\alpha + \frac{1}{2}(\delta - 1)m^2 + 1 = 0,$$

d'où :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}\left(\delta + \frac{1}{2}\right) m \pm \sqrt{\left[\frac{1}{4}\left(\delta + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{1}{2}(\delta - 1)\right] m^2 - 1},$$

et pour $\delta = 2$:

$$\operatorname{tg}\alpha = 1{,}25m \pm \sqrt{1{,}0625m^2 - 1}.$$

Le minimum est $m = 0{,}97$, ce qui correspond *(fig. 2)* à :

$$\operatorname{tg}\alpha = 1{,}2125 \quad \text{d'où} \quad \alpha = 50^\circ,30',$$

et $\operatorname{tg}\varepsilon = -0{,}2425 \qquad \varepsilon = -13^\circ,40'.$

D'où, pour la base : $e = 0{,}97H = 0{,}97 \times 28 = 27^m,16$,

et, pour le profil : $0{,}485H^2 = 0{,}485 \times 28^2 = 380^{m2},24$.

Le minimum algébrique correspond, pour l'angle ε, à une valeur négative, en sorte que la paroi intérieure du mur serait en surplomb, ce qui ne serait pas absolument inadmissible, mais offrirait des inconvénients au sujet de l'exécution de la maçonnerie.

Si l'on n'admet pas pour ε une valeur négative, on peut faire $\varepsilon = 0$, ce qui donne $\operatorname{tg}^2\alpha = \frac{2}{\delta}$ ou $\operatorname{tg}\alpha = \sqrt{\frac{2}{\delta}}$, et si $\delta = 2$, $\operatorname{tg}\alpha = 1$ *(fig. 3)*.

La base est alors $e = H \operatorname{tg} \alpha = H$, et le profil $\frac{1}{2} H^2$.

On peut, enfin, chercher quelle est la plus petite valeur de tang α pour

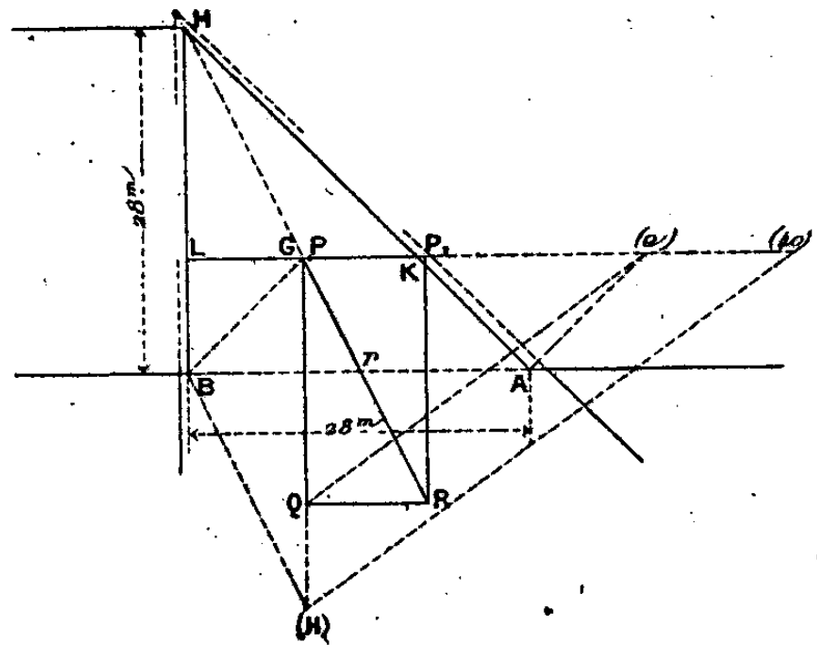


Fig. 3. — Profil à paroi intérieure verticale.

laquelle la résultante passera encore par le milieu de l'épaisseur du mur à sa base *(fig. 5)*. La condition est $\operatorname{tg}^2\alpha = \frac{8(\delta - 1)}{9 - 4\delta + 4\delta^2}$.

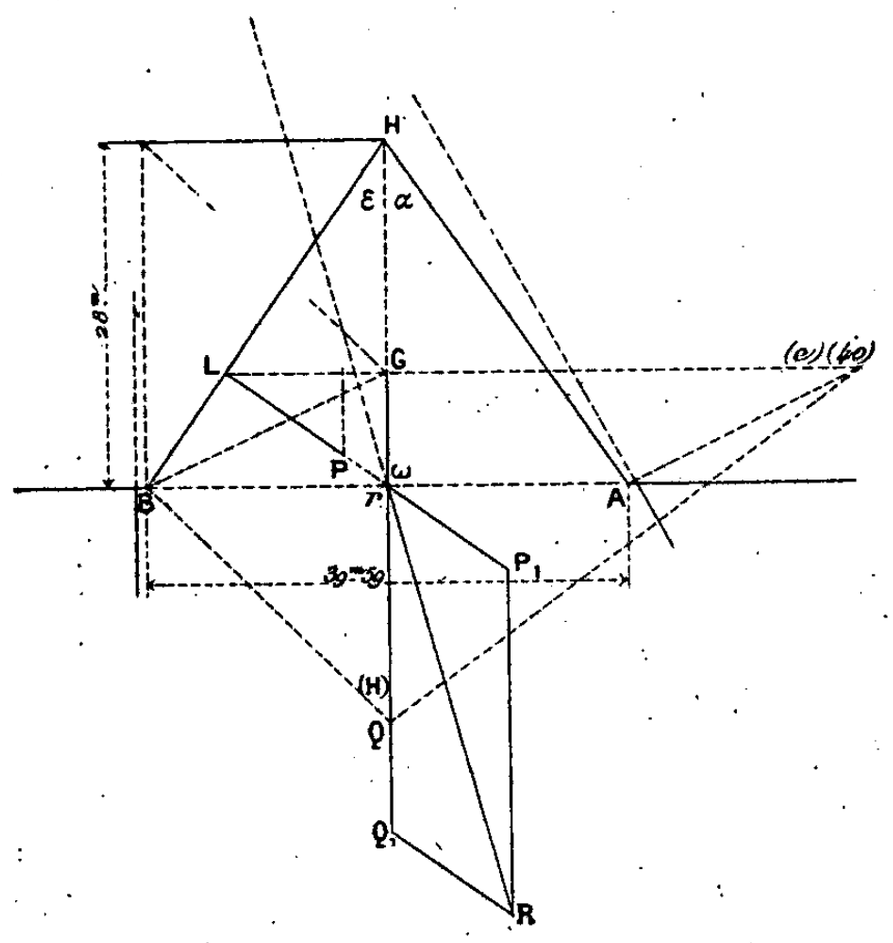


Fig. 4. — Profil symétrique.

Pour $\delta = 2$, elle donne :

$$\operatorname{tg}^2\alpha = \frac{8}{17} = 0{,}47,$$

d'où :

$$\operatorname{tg}\alpha = \sqrt{0{,}47} = 0{,}687 \quad \text{et} \quad \alpha = 34°,30'.$$

Alors :

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \frac{3\operatorname{tg}\alpha}{2(\delta - 1)} = \frac{3}{2}\,0{,}687 = 1{,}03 \quad \text{et} \quad \varepsilon = 45°,59'.$$

La base du mur est donc $e = H(0{,}687 + 1{,}03) = 1{,}717H = 1{,}717 \times 28 = 48^{m},076$, et le profil $0{,}858H^{2} = 673^{m2},064$.

Il va sans dire que, pour que l'on puisse compter sur l'efficacité d'un

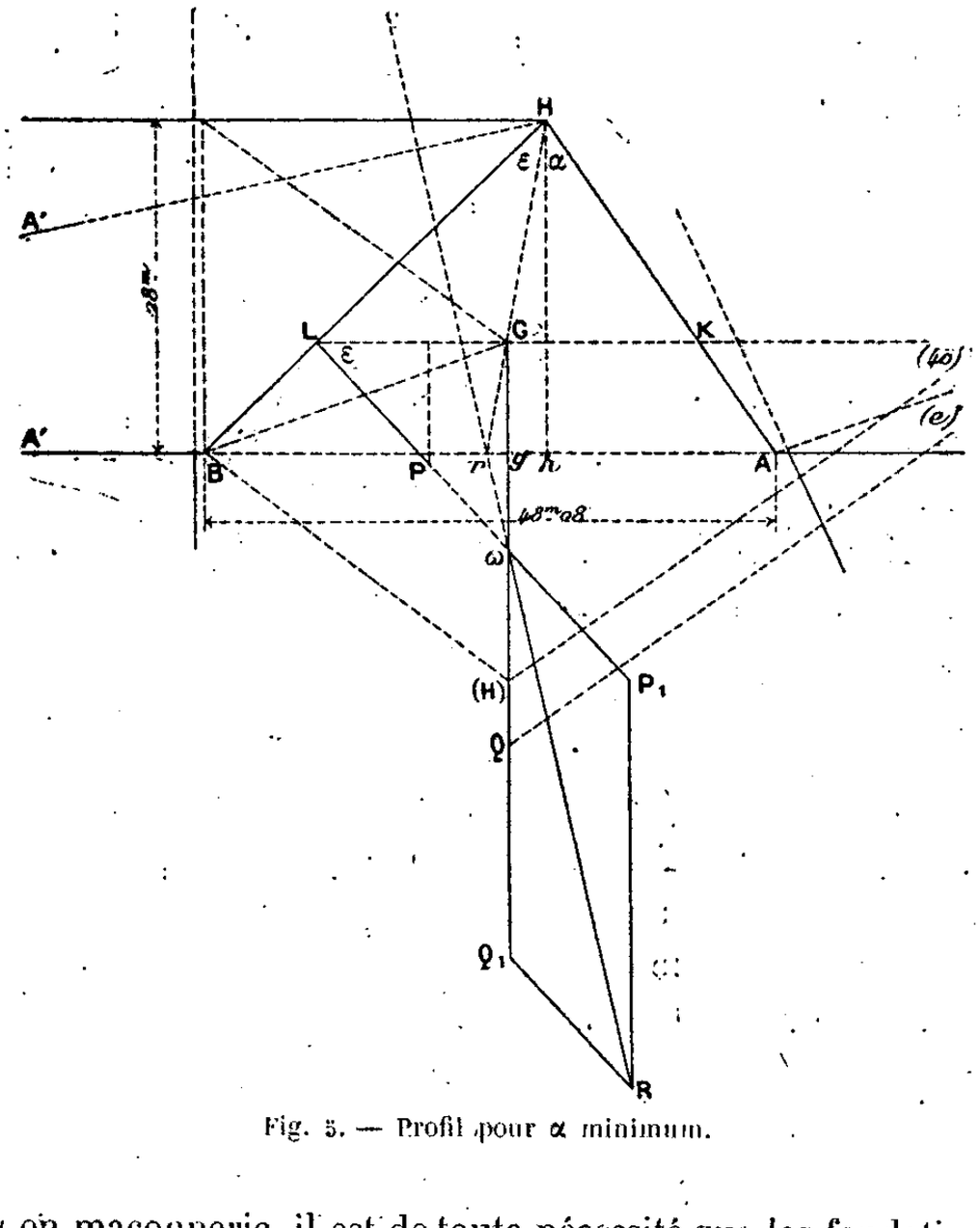


Fig. 5. — Profil pour α minimum.

batardeau en maçonnerie, il est de toute nécessité que les fondations offrent toutes les garanties possibles de solidité et d'étanchéité. Nous nous bornerons à faire remarquer à ce sujet que l'on pourra se donner à volonté le profil de la fondation, du côté de la retenue, et déduire de ce profil celui qui correspondrait, du côté d'aval, à la condition que la résultante R de la pression de l'eau et du poids du mur passe toujours par le milieu de l'épaisseur de la fondation, quelle que soit la section horizontale de cette fondation que l'on considère. Les figures de 2 à 5 indiquent une construction graphique qui permet de remplir cette condition.

Les résultats ci-dessus sont réunis dans le tableau suivant, où l'on suppose $H = 28$ mètres et $\delta = 2$:

		Tang α.	Tang ε.	α.	ε.
La résultante passe au milieu de la base.	Profil rectangulaire ($\sigma = 4$) *(fig. 1)*	0	0	0	0
	Profil minimum *(fig. 2)*	1,21	— 0,24	50°,30′	— 13°,40′
	Profil avec paroi intérieure verticale *(fig. 3)*	1,00	0	45°	0
	Profil symétrique *(fig. 4)*	0,707	0,707	35°,20′	35°,20′
	Profil pour α minimum *(fig. 5)*	0,687	1,03	34°,30′	45°,50′

		Épaisseur : $e = H(\operatorname{tg}\varepsilon + \operatorname{tg}\alpha)$	Volume $\frac{1}{2}$ He en mètres cubes.	Poids du mètre courant en tonnes métriques.	Rapport du volume ou du poids à celui du profil rectangulaire.
La résultante passe au milieu de la base.	Profil rectangulaire ($\sigma = 4$) *(fig. 1)*	(22m,80) (*)	(638,4) (*)	1.276	1
	Profil minimum *(fig. 2)*	27m,16	380,24	760	0,59
	Profil avec paroi intérieure verticale *(fig. 3)*	28m,00	392	784	0,615
	Profil symétrique *(fig. 4)*	39m,592	554,288	1.109	0,87
	Profil pour α minimum *(fig. 5)*	48m,076	673,064	1.346	1,05

Le profil rectangulaire *(fig. 1)* pourrait être insuffisant, malgré son poids, s'il avait à supporter l'effort d'une grande masse d'eau animée d'une certaine vitesse et possédant ainsi une force vive considérable.

Indépendamment d'une plus grande stabilité statique, le profil symétrique *(fig. 4)* et celui pour lequel α est un minimum *(fig. 5)* offriraient l'avantage de décomposer la vitesse de la masse d'eau en deux composantes : l'une, V cos ε, normale à la paroi du mur et exerçant sur ce mur une action $\frac{1}{2} mV^2 \cos^2\varepsilon$ d'autant plus inclinée à l'horizon et en même temps d'autant plus faible que l'angle ε est plus grand ; l'autre composante V sin ε croissant avec ε et pouvant déterminer le long de la paroi un mouvement ascendant de l'eau sans action sur le mur.

Sous ce rapport, c'est le profil correspondant au minimum de α qui serait le plus avantageux et qui serait à adopter si c'était le danger dû à l'effet de la vitesse de l'eau qui était jugé le plus à craindre.

Le profil symétrique serait préférable si l'on avait à redouter, d'une part,

(*) Cette quantité ne correspond pas à la formule en tête de la colonne.

l'effet de la vitesse de l'eau, et, de l'autre, surtout l'inégalité de pression de la maçonnerie sur ses fondations, pendant la construction.

Il est à remarquer que, dans ces deux profils, la pression de l'eau ne tend pas au renversement du mur autour de l'arête extérieure A, et contribue, au contraire, à assurer la stabilité sur la base.

Le profil à paroi intérieure verticale *(fig. 3)* serait le plus avantageux si l'effet de la vitesse de l'eau était négligeable et si l'économie devait entrer surtout en ligne de compte.

Quant au profil minimum *(fig. 2)*, il n'offre d'intérêt qu'au point de vue théorique, car le parement intérieur en surplomb serait peu admissible dans la pratique. Il serait, en outre, le plus dangereux au point de vue de l'effet de la vitesse de l'eau.

M. J. DE PULLIGNY

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur au Port de Marseille.

LES MARÉES DE LA MÉDITERRANÉE ET LE MARÉGRAPHE DE MARSEILLE (*)

— Séance du 23 septembre 1891 —

En raison du phénomène des marées qui existe sur la Méditerranée comme sur les autres mers, bien qu'avec une importance très réduite, le niveau de la mer oscille quotidiennement dans chaque lieu, autour d'un niveau moyen que l'on peut définir, pour une période donnée, *la moyenne des hauteurs de l'eau au-dessus d'un point fixe, relevées en chacun des instants de la période considérée.*

Ce niveau moyen varie, dans le même lieu, avec le temps, en raison des circonstances très diverses.

Il varie aussi d'une mer à l'autre et le long d'un même littoral, en raison, soit des différences de salure, soit des courants permanents.

Il est donc intéressant, pour la géodésie, l'hydrographie et la physique du globe, d'étudier avec précision, sur le plus grand nombre de points possible, ces variations du niveau moyen des mers. On constitue ainsi, le long des côtes, un véritable nivellement des eaux, qu'il est intéressant de rattacher à la surface de comparaison des nivellements terrestres français qu'on a baptisée, par convention, *le niveau moyen de la mer, à Marseille.*

(*) Cette communication est extraite d'un rapport qui a été présenté par l'auteur à la *Commission de météorologie des Bouches-du-Rhône* et imprimé dans son Compte rendu annuel.

Ce niveau moyen de convention a servi de base à la belle opération géodésique connue sous le nom de *nivellement Bourdaloue*.

Sa véritable définition est : *une surface terrestre de niveau passant à quarante centimètres de distance verticale au-dessus du point zéro d'une*

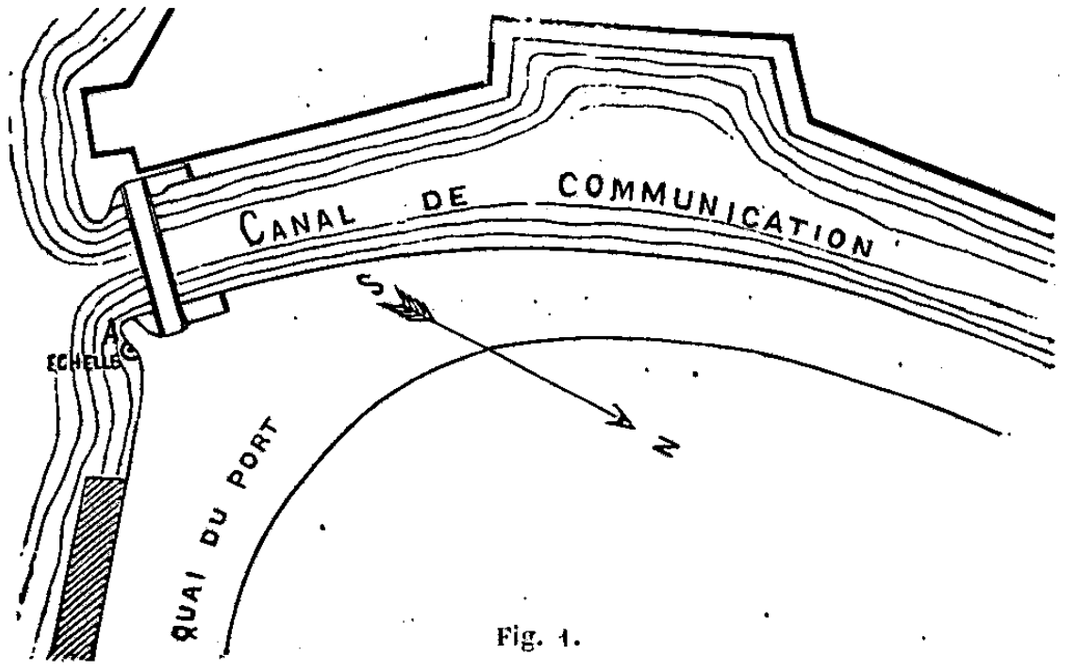


Fig. 1.

échelle en marbre, dite du Fort Saint-Jean, *qui est scellée dans le mur de tête Est de l'entrée du canal de communication dans le Port-Vieux, à Marseille.*

On verra plus loin comment ce niveau moyen de convention se rattache au niveau moyen vrai dans le même lieu pour une période de temps donnée et par quels procédés ce niveau moyen vrai a été déterminé.

MARÉGRAPHE DE MARSEILLE

C'est en 1884 que le Marégraphe de Marseille a été installé, sur les

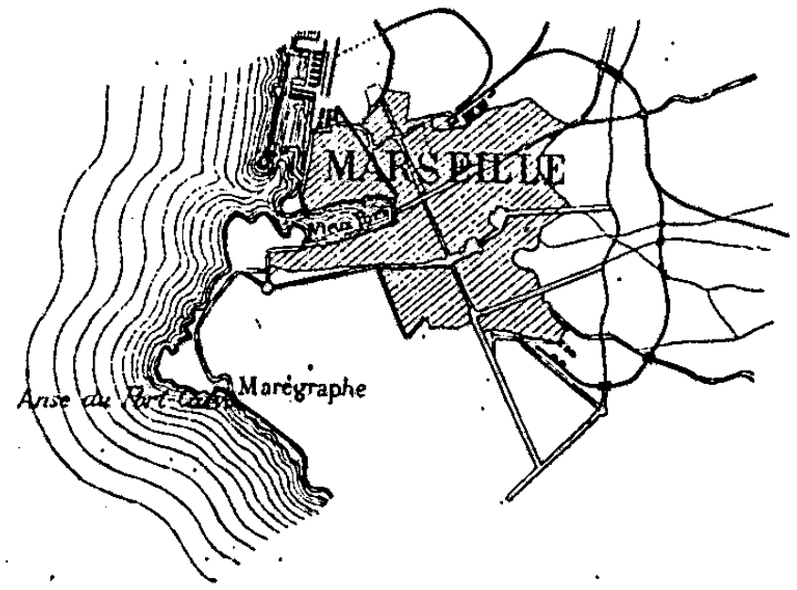


Fig. 2. — VUE DE L'OBSERVATOIRE MARÉGRAPHIQUE DE MARSEILLE

propositions du Comité du nivellement général de la France. Le bâtiment

a été placé au bord de la mer; dans l'anse Calvo, le long du chemin de la Corniche, sur un point dégagé de la côte et à l'abri des eaux douces; il a été construit par les ingénieurs du Port de Marseille et a coûté 34.000 francs.

Les figures 2 à 5 fournissent les plans et coupes nécessaires pour en comprendre la disposition.

L'appareil marégraphique est placé directement au-dessus du puits,

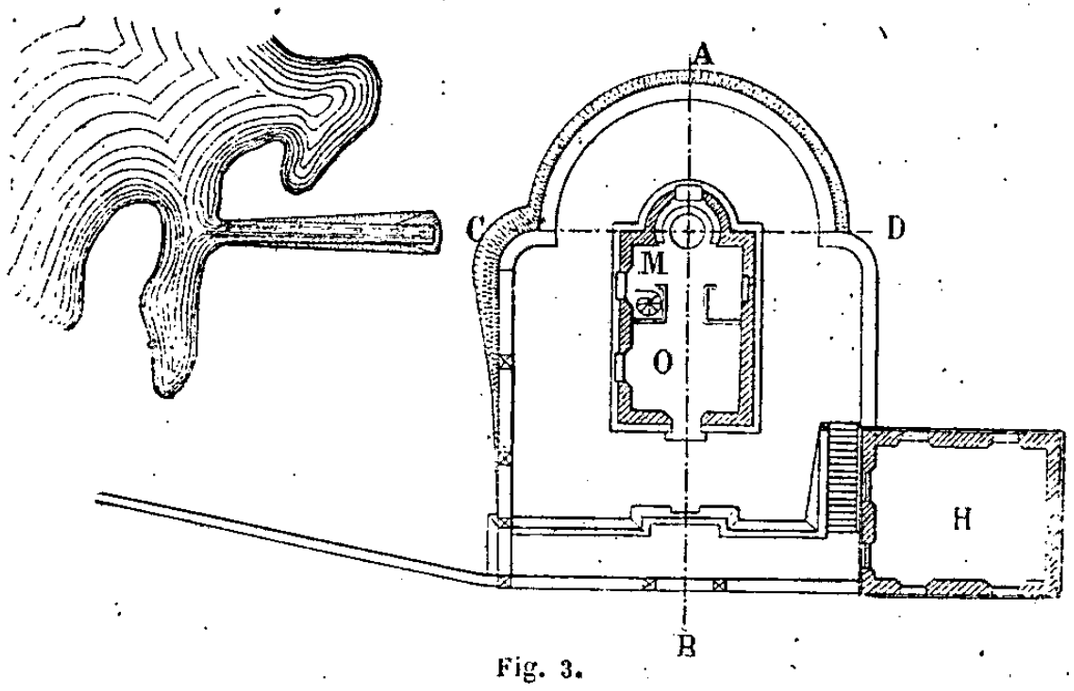


Fig. 3.

dans la chambre du Marégraphe. Il est muni d'un planimètre totalisateur du système Reitz. Il a été construit par M. Dennert, d'Altona, avec les

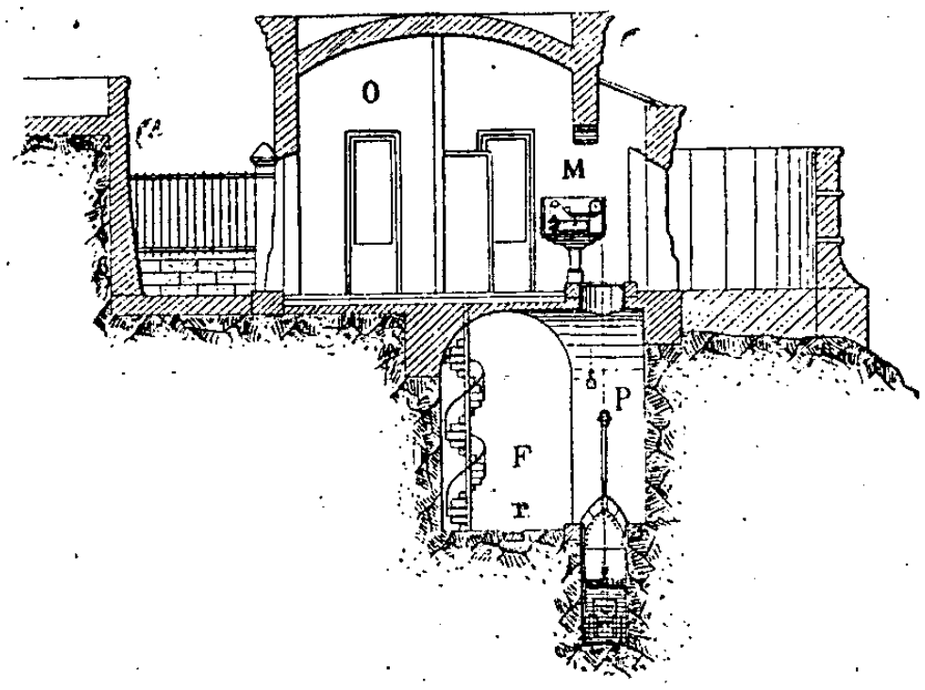


Fig. 4.

modifications indiquées par M. Ch. Lallemand, et installé sous la direction de celui-ci et la surveillance de M. Poussibet, conducteur des ponts et chaussées. L'appareil a coûté, mis en place, 10.450 francs.

La figure 6 donne un croquis schématique de ses dispositions principales.

L'appareil consiste essentiellement en un flotteur F qui suit les mou-

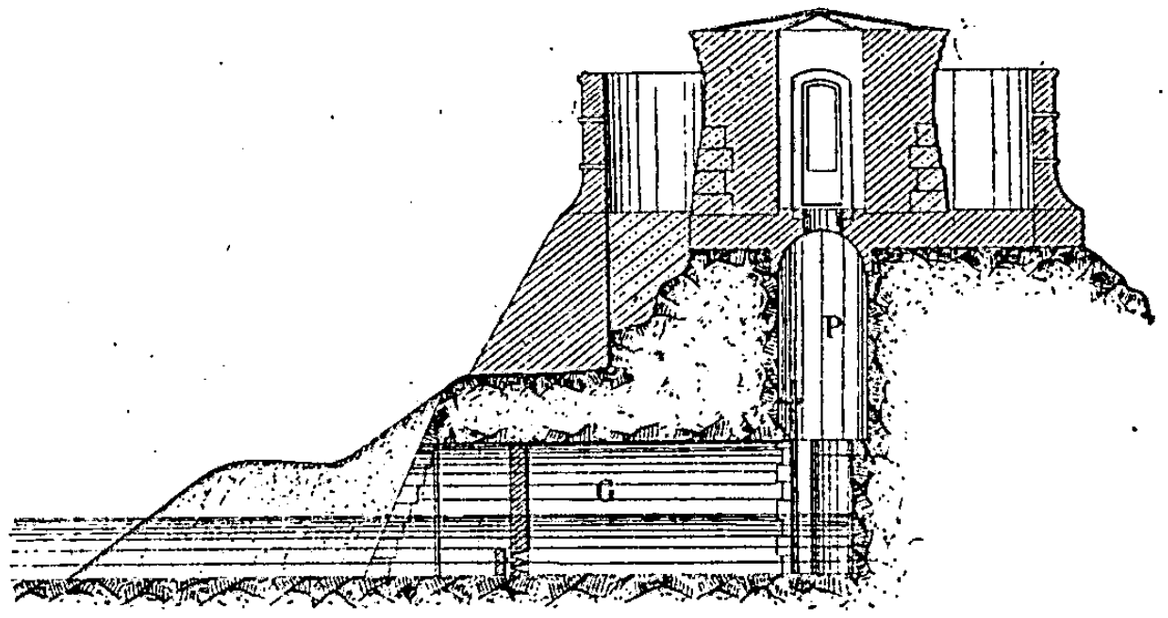


Fig. 5.

vements de la mer dans le puits P où ces mouvements se font sentir à travers la galerie G.

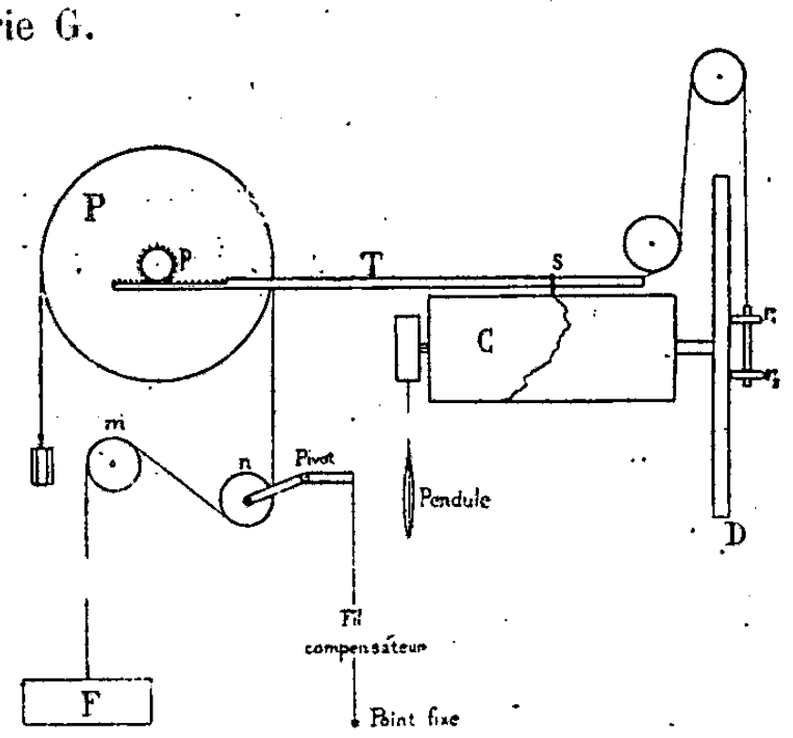


Fig.

CROQUIS SCHÉMATIQUE DU MARÉGRAPHE TOTALISATEUR

F. Flotteur.
P. Poulie motrice.
T. Tige porte-style.
S. Style enregistreur.
C. Cylindre d'enregistrement.
D. Disque tournant, en verre dépoli.
r^1, r^2 Roulettes totalisatrices, portées par le chariot V.

Le flotteur actionne une poulie, un pignon et une crémaillère qui réduisent ses mouvements dans la proportion de un dixième, pour les transmettre au style enregistreur. Celui-ci est formé d'une pointe en diamant qui écorne légèrement le papier placé sur le cylindre. Ce papier est *couché*,

c'est-à-dire couvert d'une très légère couche de vernis noir. Le sillon blanc tracé sur le papier est d'une netteté et d'une finesse extrême.

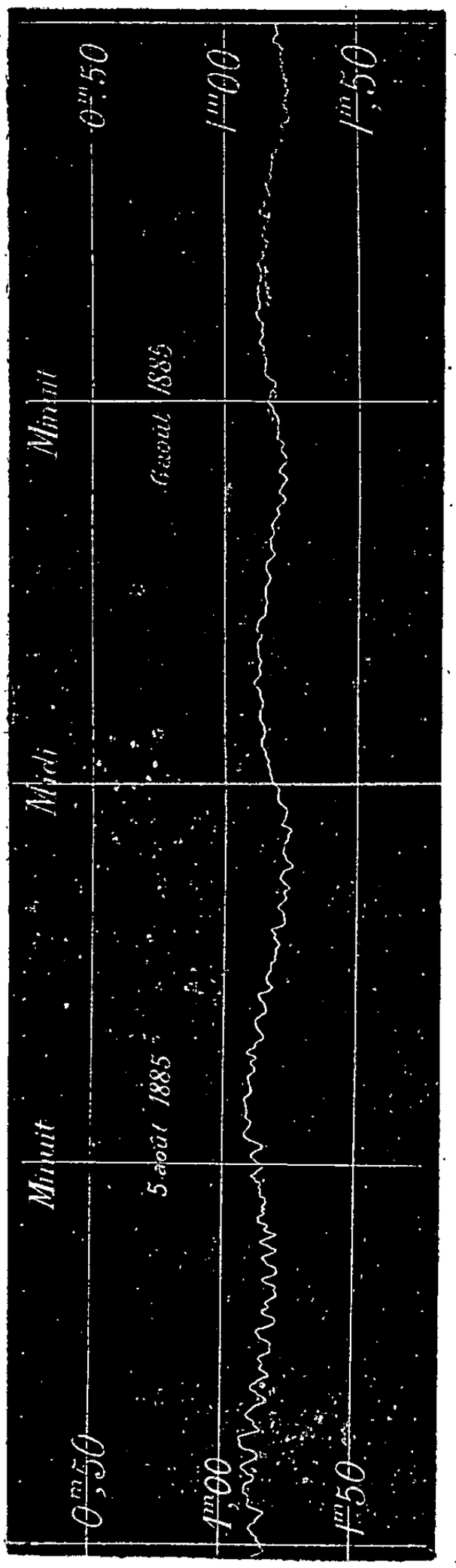


Fig. 7. — SPÉCIMEN DES DIAGRAMMES FOURNIS PAR LE MARÉGRAPHE TOTALISATEUR.

PLANIMÈTRE TOTALISATEUR AUTOMATIQUE

Quant au planimètre totalisateur automatique, porté par l'appareil, il se compose d'une roulette à compteur r_1 (*), portée par un chariot V, relié à la pointe S qui trace le diagramme. Cette roulette s'appuie sur un disque en verre D, qui tourne avec le cylindre enregistreur, lequel est également muni d'un compteur de tours.

La roulette ayant son axe parallèle à la translation du chariot V, l'arc élémentaire qu'elle déroule pendant un instant dt est proportionnel, en même temps, à sa distance au centre du disque, — c'est-à-dire à l'*ordonnée* y *du diagramme*, au même moment, — et à l'angle infiniment petit de la rotation du disque — c'est-à-dire au temps dt.

Cet arc est proportionnel, par conséquent, au produit ydt, c'est-à-dire à l'aire élémentaire comprise entre deux ordonnées infiniment voisines du diagramme; par suite, le nombre de tours et fractions de tour, que fait la roulette entre deux époques T_1 et T_0 est en raison directe de l'aire correspondante $\int_{T_0}^{T_1} ydt$, du diagramme.

Pour avoir le niveau moyen entre ces deux époques, il suffit donc de faire la différence $N_1 - N_0$ des deux

(*) Le chariot porte une seconde roulette r_2 dont les indications servent à contrôler celles de la première.

nombres lus sur le compteur de tours de la roulette r_1 et de la diviser par la différence $n_1 - n_0$ des deux nombres lus sur le compteur de tours du cylindre enregistreur (*).

L'installation du Marégraphe totalisateur est complétée par un baromètre et un thermomètre enregistreurs et par un baromètre et un thermomètre étalons. Un médimarémètre (**) a également été mis en observation à la station en 1885.

REPÈRE FONDAMENTAL

Le zéro du Marégraphe enregistreur a été rattaché, par un nivellement de précision, au zéro de l'échelle en marbre du Fort Saint-Jean, dont la division $0^m,40$ sert, actuellement, comme nous l'avons dit, de point de départ au nivellement général de la France. Les résultats de ce nivellement de précision ont été pour ainsi dire matérialisés par l'installation, dans des conditions particulièrement favorables de stabilité et de conservation, d'un *Repère fondamental du nivellement général de la France*.

Ce repère est placé dans le sol de la cave du puits du Marégraphe. Il est constitué par un rivet en bronze, à tête sphérique, de $0^m,02$ de diamètre, dont la calotte supérieure est faite en un alliage très dur de platine et d'iridium, et qui est scellé au ciment, dans un bloc cylindrique de granit, scellé lui-même dans le rocher compact qui forme le promontoire sur lequel le Marégraphe est construit.

L'altitude du repère fondamental est de $1^m,988$ au-dessus du zéro de l'échelle du Fort Saint-Jean (niveau des plus basses mers).

(*) Pour avoir le niveau moyen au-dessus de zéro de l'échelle du Fort Saint-Jean, il faut, en réalité, multiplier le nombre ainsi obtenu par un coefficient de construction et y ajouter une constante.

(**) MÉDIMARÉMÈTRE DE M. CH. LALLEMAND.

Appliquant de la façon la plus heureuse, dans ses conséquences extrêmes, le principe de l'amortissement des mouvements ondulatoires, qui avait conduit l'ingénieur Chazallon à réduire l'orifice de communication de son puisard avec la mer, M. Ch. Lallemand, ingénieur au corps des Mines et secrétaire du Comité du nivellement général de la France, a montré dans une théorie rigoureuse, confirmée par une expérience de plusieurs années, qu'en plongeant dans la mer un tube étanche, communiquant avec elle par une paroi poreuse, de grandeur suffisamment réduite, le niveau de l'eau dans ce tube ne subit plus que des oscillations retardées de même période que celles de la mer, mais d'une amplitude aussi restreinte qu'on le désire, de façon que les ondulations accessoires de l'ondulation principale peuvent être rendues insensibles, et que, même pour celle-ci, une *observation par jour suffit largement à caractériser son allure*.

On comprend quelle simplification cette méthode d'observation peut apporter dans les études marégraphiques.

M. Lallemand a fait construire, sur ce principe, l'appareil très simple nommé par lui « Médimarémètre », dont les indications sont relevées, chaque jour, par un procédé à la fois facile et précis.

Les observations faites depuis 1885, à Marseille, montrent que, depuis cette époque jusqu'à nos jours, le niveau moyen fourni par le médimarémètre ne diffère pas de plus de 1 millimètre de celui qu'accuse le marégraphe totalisateur. Cet appareil, dont le prix est peu élevé, fonctionne déjà à Marseille, Cette, Port-Vendre, Oran, dans la Méditerranée; Saint-Jean-de-Luz, les Sables-d'Olonne, Quiberon, Brest, dans l'Océan; Cherbourg et Boulogne dans la Manche.

On en a installé à la Goulette (Tunisie), à Bône (Algérie), à Ostende (Belgique). Le Danemark et l'Italie en ont demandé plusieurs. Tous ces postes se trouvent reliés au réseau général des nivellements de précision européens, de telle sorte que les niveaux moyens obtenus dans les divers ports peuvent être facilement comparés entre eux. On trouvera en appendice, à la fin de cette note, l'indication des intéressants résultats qui ont déjà été déduits des observations recueillies, en ce qui concerne le nivellement général des mers.

MARÉES DE LA MÉDITERRANÉE

Nous résumons ci-après quelques-uns des résultats principaux que fournit l'étude de tableaux graphiques contenant des séries d'observations fournies par le Marégraphe de Marseille (*).

Le minimum de janvier 1887, comme celui de février 1887, février et novembre 1889, atteignent des niveaux négatifs, c'est-à-dire inférieurs au zéro de l'échelle du Fort Saint-Jean; on savait déjà que ce niveau est celui des très basses mers habituelles et non celui des plus basses mers connues: celles-ci atteignent la cote — 6 centimètres.

La courbe du niveau moyen mensuel (**) présente des variations assez capricieuses entre un minimum de $0^m,20$ (15 février 1887) et un maximum de $0^m,51$ (15 novembre 1887).

Le niveau moyen mensuel a deux maxima: l'un au printemps, l'autre en hiver.

Les minima coïncident sensiblement avec les solstices, et la moyenne, pour la période considérée, des valeurs relatives au mois des équinoxes, est précisément égale au niveau moyen vrai de la Méditerranée, à Marseille.

En prenant successivement le niveau moyen entre l'origine des observations (1er février 1885) et le dernier jour de chaque mois, on obtient une courbe sinusoïdale: l'amplitude de cette sinusoïde va diminuant chaque année, et se confond de plus en plus avec l'horizontale à la cote $0^m,329$, qui est adoptée comme *zéro provisoire du répertoire graphique du nivellement général de la France*, et admise comme *niveau moyen vrai de la Méditerranée à Marseille.*

On voit que le niveau moyen marqué par le zéro Bourdaloue, et qui a été fixé à la cote $+ 0^m,40$ de l'échelle du Fort Saint-Jean, a été placé de $0^m,40 - 0^m,329 = 0^m,071$ trop haut et *doit être fixé à la cote 0,329, soit, en chiffres ronds, 33 centimètres.*

MARÉES TOTALES

L'examen des résultats se rapportant à la période 1885-1890 montre qu'on a inscrit des marées totales négatives en février et avril 1889, ce qui veut dire qu'à l'heure de la haute mer des dates indiquées, le niveau des eaux a été plus bas que la moyenne des deux basses mers qui ont précédé et suivi.

A l'exception de l'année 1888, on voit que les niveaux des hautes et

(*) Ces tableaux sont reproduits dans une note imprimée à Marseille, 1891, et portant le même titre que cette communication.

(**) Niveau moyen pris entre le premier et le dernier jour de chaque mois.

basses mers équinoxiales s'écartent beaucoup moins du niveau moyen que certains maxima et minima accidentels que l'on doit attribuer à l'effet des vents et à celle des variations du baromètre. Vent du large et baisse barométrique donnent de très hautes mers. Vent de terre *(mistral)* et hausse barométrique en donnent de très basses.

Cette année 1888 fournit l'anomalie d'une moyenne des basses mers de vive eau d'équinoxe supérieure de $0^m,10$ au niveau moyen vrai. Les années 1886 et 1887 fournissent des moyennes de hautes mers de vive eau d'équinoxe qui ne surmontent ce niveau moyen vrai que de 4 centimètres.

La *moyenne de hautes mers de vive eau* ($0^m,47$) ne s'élève au-dessus du niveau moyen ($0^m,33$) que de $0^m,14$.

Quant à la *moyenne des basses mers de vive eau* ($0^m,22$), elle est de 11 centimètres au-dessous du niveau moyen.

Les hautes et basses mers de vive eau équinoxiale fournissent, en moyenne, des résultats peu différents ($0^m,48$ et $0^m,22$).

On peut résumer comme suit les résultats les plus remarquables observés pendant cette période :

Le niveau moyen vrai de la Méditerranée, qui avait été fixé par Bourdaloue à la cote $+ 0^m,40$ au-dessus de zéro de l'échelle du Fort Saint-Jean, est de 7 centimètres trop haut et doit être placé à la cote $0^m,329$, en chiffres ronds 33 centimètres au lieu de 40.

La plus haute mer de la période 1885-1890 a été observée le 10 novembre 1886, la veille d'une pleine lune; elle atteignait la cote. $1^m,304$

Elle s'élevait donc de. . . . . $0^m,974$

au-dessus du niveau moyen ($0^m,33$), et de. . . . . $0^m,83$

au-dessus *de la moyenne des hautes mers de vive eau*, qui est de $0^m,47$.

On voit que *la plus haute mer observée* n'est pas une mer de vive eau et que la plus haute mer de vive eau n'était pas équinoxiale et s'est produite, au contraire, un mois avant le solstice d'hiver.

Mêmes observations en ce qui concerne *les plus basses mers*.

La plus basse mer de vive eau d'équinoxe qui devrait atteindre le zéro de l'échelle du Fort Saint-Jean, reste à 9 centimètres au-dessus. En revanche, une basse mer de vive eau ordinaire fait moins que le minimum et descend à $0^m,016$ au-dessous de zéro. *Les plus basses mers observées* sont deux basses mers ordinaires qui descendent à — 6 centimètres (5 février 1887 et 16 février 1889).

Quant *à la plus petite haute mer de morte eau*, elle est de $0^m,085$, c'est-à-dire qu'elle est inférieure de $0^m,245$ au niveau moyen vrai ($0^m,33$).

La plus grande marée totale a été de $0^m,668$. Quant à la plus petite, elle est négative (février 1889), c'est-à-dire qu'à l'heure de la haute mer de ce jour-là le niveau des eaux a été inférieur à la moyenne des basses mers qui ont précédé et suivi.

On trouve, d'ailleurs, des amplitudes positives de 1 centimètre seulement en octobre 1885, de 2 centimètres en mars et décembre 1885, etc.

RÉSULTATS OBTENUS AU MOYEN DES MÉDIMARÉMÈTRES

Il reste à faire connaître les résultats très intéressants obtenus, dans ces dernières années, par l'emploi qui se généralise rapidement, des médimarémètres de M. l'ingénieur Ch. Lallemand, secrétaire du Comité du nivellement général de la France.

Les indications de ces instruments combinées avec les résultats des nivellements de haute précision qui se sont exécutés dans divers pays (*) depuis quelques années, ont montré que les dénivellations considérables qu'on avait cru reconnaître entre les différentes mers, s'atténuaient au point de devenir comparables aux erreurs probables des nouvelles opérations. Et tandis que les anciens nivellements de Bourdaloue et de ses contemporains admettaient dans le niveau des mers des variations de $1^m,10$ entre Brest et Marseille, $0^m,60$ entre Alicante et Santander, $0^m,32$ entre la mer du Nord et de l'Adriatique, les nouvelles côtes du niveau moyen de la mer, qui ne sont d'ailleurs que provisoires, se répartissent à peu près également de part et d'autre du nouveau zéro de Marseille, avec des écarts en plus ou en moins qui, sauf exceptions assez rares, ne dépassent pas 10 centimètres. De sorte qu'on peut dire aujourd'hui que le *niveau des mers est partout le même, à quelques centimètres près.*

M. André CROVA

Professeur à la Faculté des Sciences, à Montpellier.

SUR L'ANALYSE DE LA LUMIÈRE BLEUE DIFFUSÉE PAR LE CIEL

— Séance du 18 septembre 1891 —

Les résultats que j'ai obtenus depuis ma dernière communication faite au Congrès de Limoges confirment et étendent mes premières conclusions : la formule de Lord Rayleigh, d'après laquelle l'intensité de la

(*) En France, le nouveau nivellement destiné à vérifier et à compléter l'opération Bourdaloue, est commencé depuis 1884. A la fin de 1890, on avait nivelé une ligne de 9.220 kilomètres de longueur, représentant les trois quarts du réseau fondamental. Le nouveau réseau français est relié au réseau italien, raccordé lui-même aux lignes autrichiennes. Il se rattache aux lignes belges, et par celles-ci aux nivellements de précision de la Hollande et de l'Allemagne du Nord.

lumière diffractée par les corpuscules en suspension de l'atmosphère varierait en raison inverse de la quatrième puissance de la longueur d'onde ne s'applique qu'au cas particulier pour lequel elle a été établie, c'est-à-dire lorsque le nombre N de corpuscules contenus dans l'unité de volume d'air est sensiblement le même pour chacune des dimensions de ceux-ci. Si l'on suppose qu'il en soit ainsi à un moment donné, le mode de répartition des corpuscules de diverses dimensions doit varier, soit par suite de leur chute libre dans un milieu résistant, soit pour d'autres causes, telles que les variations continues que subissent les dimensions des globules infiniment petits d'eau en suspension, par suite des variations de température et d'humidité.

J'ai donc arbitrairement modifié l'exposant de λ de manière à faire concorder les résultats de l'observation avec ceux que donne la formule $\frac{K}{\lambda^n}$.

Soient B l'intensité de la lumière bleue du ciel et S celle de la lumière blanche du soleil pour le même λ; faisons $= 100$ le rapport $\frac{B}{S}$ pour $\lambda = 565$; on aura :

$$\frac{B}{S} = 100 \left(\frac{565}{\lambda}\right)^n, \quad \text{tg } \alpha = -100\, n \frac{565^n}{\lambda^{n+1}}, \quad \text{et} \quad \text{tg } \alpha_1 = -\frac{100}{565}\, n,$$

en désignant par α_1 le coefficient angulaire de la courbe au point $\frac{B}{S} = 100$ $\lambda = 565$, où toutes les courbes se coupent.

n serait donc proportionnel au coefficient angulaire à ce point d'intersection, c'est-à-dire à l'inclinaison de la courbe en ce point.

J'ai comparé les résultats calculés par les formules $\frac{1}{\lambda^4}$ et $\frac{1}{\lambda^{4,3}}$ avec ceux des observations faites par Lord Rayleigh en Angleterre, Vogel à Potsdam, et avec les résultats de mes observations à Montpellier.

Les observations de Lord Rayleigh s'accordent assez bien avec les valeurs calculées au moyen du facteur $n = 4$; elles sont mieux représentées cependant en faisant n légèrement supérieur à 4.

Celles de Vogel, au contraire, comportent une valeur de n un peu inférieure à 4. La moyenne de mes observations au mois de janvier 1891 donne une valeur de $n = 4{,}7$, tandis que la moyenne générale de l'année conduit à $n = 1{,}6$. Par les ciels couverts, n n'est jamais égal à zéro, comme cela aurait lieu si cette lumière était blanche, mais toujours supérieur à l'unité, ce qui prouve que, dans ces conditions même, la lumière du ciel est toujours bleuâtre.

En discutant mes observations de 1890, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

1° La coloration bleue du ciel acquiert son maximum de saturation en hiver et son minimum en été; le printemps et l'automne sont intermédiaires et sensiblement identiques sous ce rapport.

2° La coloration du ciel acquiert son maximum de teinte bleue le matin, et son minimum à l'heure où la température est le plus élevée; elle augmente après midi, mais sans atteindre les valeurs qu'elle a dans la matinée.

Pour calculer ces observations, j'ai pris le rapport des intensités relatives des lumières de diverses longueurs d'onde de la lumière du ciel à celles de mêmes longueurs d'onde prises dans la lumière *blanche* du soleil.

Ici, une difficulté se présente: par suite des phénomènes de diffraction et d'absorption élective qui se produisent dans l'atmosphère, la composition de la lumière solaire et, par suite, sa teinte varient dans une même journée et dans la période de l'année, de sorte que, blanche ou réputée telle dans certaines circonstances, elle devient jaunâtre et même rougeâtre dans d'autres.

Pour éviter cette variation continuelle du terme de comparaison, j'ai repéré dans ses diverses longueurs d'onde la lumière solaire avec celle de l'étalon Carcel, au moyen de mon spectrophotomètre, et j'ai provisoirement adopté comme type de la lumière blanche celle du soleil à midi par des journées très sèches et très limpides, pour lesquelles les courbes du soleil en fonction du Carcel étaient très approximativement identiques.

Mais la difficulté appelle de nouvelles recherches; qu'est-ce que la lumière blanche? on n'en sait absolument rien, et une convention doit être établie entre les physiciens à ce sujet. Est-ce la lumière du soleil à midi? Mais elle est variable de teinte, même dans ces circonstances qui sont les plus favorables; la lumière qui émane du centre du soleil est bleuâtre par rapport à celle des bords qui a une teinte rougeâtre un peu fuligineuse. Il est donc indispensable d'adopter d'un commun accord comme type conventionnel de lumière blanche celle du soleil, en convenant d'affecter chaque λ d'un coefficient d'intensité variable avec lui, et exprimé en unités mécaniques absolues. La lumière de l'étalon Carcel, la plus constante et la mieux comparable à elle-même à ma connaissance, résoudrait la question, si l'on déterminait les facteurs numériques fonctions de λ par lesquels il faudrait multiplier son intensité pour chaque longueur d'onde, de manière à reproduire d'une manière rigoureuse la lumière blanche adoptée comme type. Je m'occupe de l'étude de cette question.

M. MONNORY

Professeur de Physique au Lycée de Poitiers.

SUR LE ROLE DES PHÉNOMÈNES CAPILLAIRES DANS L'ÉBULLITION

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'influence des phénomènes capillaires sur l'ébullition est établie depuis longtemps et devenue classique. Je me propose, dans cette note, de la préciser plus qu'on ne le fait en général et de montrer comment on pourrait calculer la température d'ébullition d'un liquide en connaissant le rayon initial des bulles d'air, à la faveur desquelles l'ébullition peut se produire, et la constante capillaire de ce liquide au contact de l'atmosphère intérieure des bulles.

Considérons, au sein de la masse liquide, une petite bulle sphérique de rayon R; elle est en équilibre sous l'action des pressions intérieure et extérieure qui s'y exercent. Soient p et f les forces élastiques respectives de l'air et de la vapeur d'eau qu'elle contient à la température initiale t, la pression intérieure est $p + f$. La pression extérieure est égale à la pression hydrostatique H qui s'exerce au niveau de la bulle, augmentée de la pression due aux forces capillaires; cette dernière a pour expression $\frac{2a}{R}$, a désignant la constante capillaire du liquide au contact de l'atmosphère intérieure de la bulle. On a donc :

$$p + f = H + \frac{2a}{R} \text{ (*)}.$$

W. Thomson a montré que la tension f n'est pas tout à fait égale à la tension maxima F de la vapeur à la température considérée; ces deux quantités sont liées par la relation

$$f = F - \frac{2a}{R} \cdot \frac{\delta}{d - \delta},$$

δ et d désignant respectivement les densités de la vapeur et du liquide. En tenant compte de cette relation, l'équation d'équilibre devient :

$$p + F = H + \frac{2a}{R} \cdot \frac{d}{d - \delta}.$$

(*) Cette équation montre, comme on sait, l'impossibilité de l'ébullition sans l'existence de bulles d'air; dans ce cas, p étant nul, f devrait être infini lorsque la bulle de vapeur prenant naissance, son rayon R est d'un ordre de grandeur infiniment petit.

Mais le facteur $\frac{d}{d-\delta}$ est en général très voisin de l'unité; on peut le négliger dans une première approximation et écrire simplement :

$$p + F = H + \frac{2a}{R}. \qquad [1]$$

Supposons, pour fixer les idées, que le liquide soit de l'eau à la température de 15°, on peut se rendre compte des valeurs relatives des quantités qui figurent dans l'équation [1]. H est sensiblement égal à la pression atmosphérique, soit environ 10^6 unités absolues de pression C.G.S. D'après les expériences de Desains, a a pour valeur 75 unités C.G.S; par suite, la valeur de $\frac{2a}{R}$, qui dépend de R, est égale à H lorsque $R = 0^{mm},0015$.

Le second membre de l'équation [1] est donc plus grand que la pression atmosphérique et peut lui être notablement supérieur; or, à la température de 15°, F est égal à $\left(\frac{1}{70}\right)$ environ de la pression atmosphérique. Il en résulte que la force élastique p de l'air est beaucoup plus grande que la tension de la vapeur dans la bulle; c'est elle qui fait presque entièrement équilibre à la pression extérieure.

Si l'on vient à échauffer le liquide, pour que la bulle arrive à se dégager, il faut qu'elle grossisse beaucoup, de manière que la poussée du liquide surmonte l'attraction capillaire. Voyons alors comment varient les différents termes de l'équation [1]. Lorsque le rayon R de la bulle devient double, p qui est le terme prépondérant du premier membre, à la température initiale, variant en raison inverse du cube du rayon (si l'on néglige l'augmentation de force élastique due à l'élévation de température), devient huit fois plus petit. Dans le second membre, H peut être considéré comme constant et le deuxième terme $\frac{2a}{R}$ devient seulement deux fois plus petit (si l'on regarde a comme sensiblement constant). Il résulte de là que, pour que l'équation [1] reste vérifiée, quand le rayon de la bulle double, il faut que F augmente dans une proportion très considérable. Les bulles ne grossiront donc, d'une manière sensible, qu'à une température élevée.

L'ébullition n'aura pas lieu à la température normale si les bulles sont très petites, mais on pourra calculer la nouvelle valeur R′ du rayon, si l'on connaît la valeur a' de la constante capillaire dans les conditions où l'on se trouve placé et les diverses quantités qui figurent dans l'équation [1]. On aura, en effet, à la température normale d'ébullition t' :

$$p' + F' = H + \frac{2a'}{R'}; \qquad [2]$$

l'équation [1] donne p; on aura ensuite $p' = p\left[1 + 0{,}00367\,(t' - t)\right]\frac{R^3}{R'^3}$, F′ est d'ailleurs égal à H. De l'équation [2] on pourra tirer la valeur de R′.

A partir de la température normale d'ébullition, et pour une élévation de température de quelques degrés, on peut considérer a' comme sensiblement constant et négliger l'augmentation de force élastique de l'air due à l'échauffement. Si l'on pose alors, pour simplifier, $\frac{2a'}{R'} = b'$, l'équation [2] devient :

$$F' = H + b' - p' \qquad [3]$$

et comme $F' = H$, on a $b' = p'$.

Supposons que le rayon de la bulle devienne n fois plus grand, b' devient $\frac{b'}{n}$ et p' devient $\frac{p'}{n^3}$; on a alors pour nouvelle valeur F″ de la tension de la vapeur

$$F'' = H + p'\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n^3}\right) \qquad [4]$$

Le second membre de la dernière équation passe par un maximum pour

$$n = \sqrt{3}.$$

Ce maximum a pour expression :

$$F_m = H + \frac{2p'\sqrt{3}}{9}.$$

Soit T la température pour laquelle la tension de la vapeur d'eau est égale à F_m, la bulle grossira régulièrement jusqu'à cette température; son rayon deviendra égal à celui qu'elle avait à la température normale d'ébullition $\times \sqrt{3}$. Mais aussitôt que la température du liquide deviendra supérieure à T, le premier membre de l'équation [4] augmentant et le second membre diminuant, cette équation ne sera plus vérifiée; l'équilibre sera impossible, la bulle grossira d'elle-même sans limite, faisant en quelque sorte explosion et se dégagera. S'il existe dans le liquide un assez grand nombre de bulles, la température d'ébullition sera égale à T; on pourra calculer T connaissant a, a', F, F_m, H et le rayon initial des bulles.

APPLICATION A L'EAU

Supposons H égal à la pression atmosphérique normale. D'après Regnault la tension maxima F de la vapeur d'eau à la température initiale de 15° est égale à $12^{mm},6739$ de mercure; d'après Desains, $a = 75$ unités C.G.S. Mais la valeur de a' qui représente la constante capillaire de l'eau au contact de

la vapeur mélangée d'air qui existe dans la bulle à la température de 100° n'est pas connue. Pour pouvoir faire le calcul, j'admettrai (ce qui est évidemment une simple hypothèse) $a' = a$. On trouve alors les résultats suivants :

1° *Le rayon initial des bulles à la température de 15° est supposé égal à 0mm,01.*

On obtient :

R′ (rayon de la bulle à la température de 100°) = 0mm,032 ;

F_m (évalué en millimètres de mercure) = 760 + 13,667 ;

T (correspondant à F_m, d'après Regnault) = 100°,5.

Le rayon des bulles augmentera donc régulièrement, jusqu'à une valeur cinq fois plus grande que la valeur initiale, puis l'ébullition aura lieu à la température de 100°,5.

2° *Le rayon initial des bulles à la température de 15° est supposé égal à 0mm,001.*

On trouve : R′ = 0mm,001477 ; F_m = 760 + 292,9 ; T = 110° par excès.

Le rayon des bulles deviendra environ 2,5 fois plus grand qu'à la température initiale, puis l'ébullition aura lieu à une température voisine de 110°.

M. G. CHICANDARD

Pharmacien, à Lyon.

SUR LA GAMME THÉORIQUE

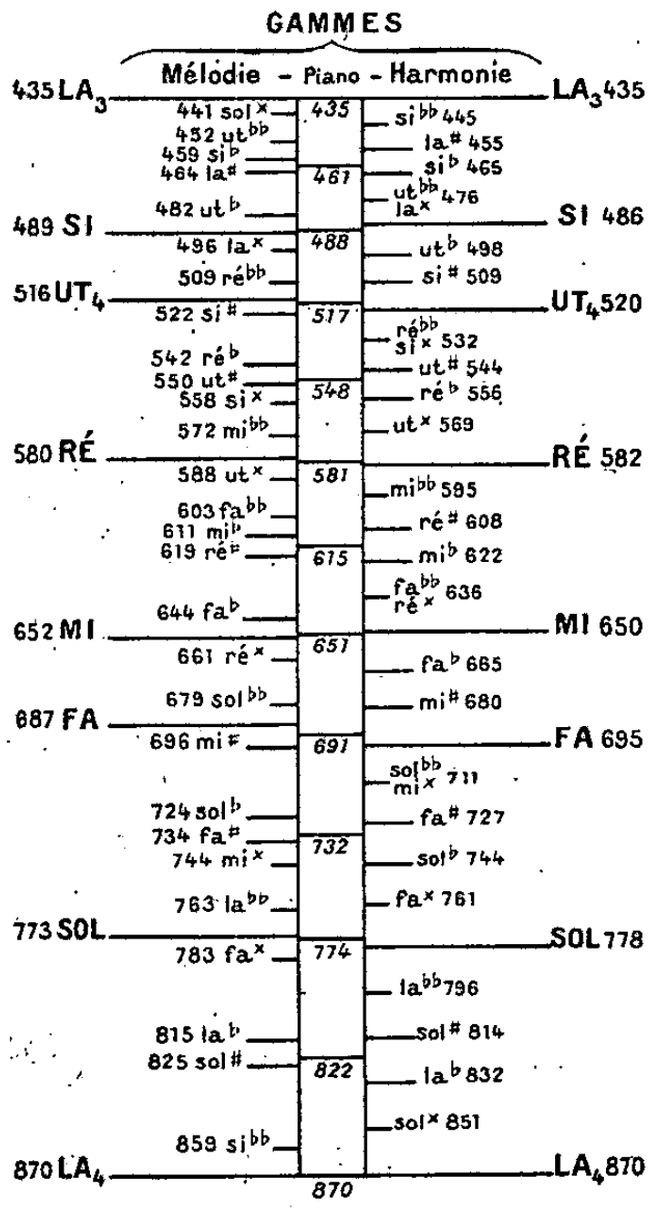
— Séance du 18 septembre 1891 —

Deux théories mathématiques ont été proposées pour exprimer les valeurs relatives des notes de la gamme : ce sont les théories de Pythagore et de Zarlin. La première s'identifie presque absolument avec la théorie adoptée par les musiciens, la seconde est la seule admise par les physiciens. Or, les recherches de MM. Mercadier et Cornu (*) ont prouvé que, pour la *mélodie* (émission successive de sons), la théorie de Pythagore était seule acceptable, mais que cette théorie ne répondait pas aux intervalles observés dans l'*harmonie* (émission simultanée de plusieurs sons); que, par exemple, la tierce majeure, qui dans la mélodie est égale à 1,265, devient dans

(*) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tomes LXVIII, LXX, LXXII, LXXIV, LXXVI.

l'harmonie 1,250, c'est-à-dire précisément la valeur assignée à cet intervalle par Zarlin $\frac{5}{4}$.

Il semblerait donc qu'on dût conclure à l'existence de deux gammes : l'une, mélodique, la gamme de Pythagore; l'autre, harmonique, la gamme de Zarlin, et c'est là d'ailleurs l'opinion de quelques physiciens; cependant nous croyons devoir rejeter la dernière partie de cette conclusion.



En effet, dans la construction de sa gamme, Zarlin a voulu que les divers intervalles fussent représentés par des fractions simples, sans que rien cependant démontrât, *a priori*, la nécessité de cette simplicité (*).

Pour satisfaire cette hypothèse injustifiée des rapports simples, Zarlin a admis contre toute logique l'inégalitédes tons dans la gamme, conséquemment l'inégalité des tierces, des quartes et des quintes, ce qui équivaut à cette proposition inacceptable que l'intervalle musical varie avec la tonique. D'autres conséquences aussi illogiques se déduisent de la théorie de Zarlin, mais celle que nous signalons nous paraît suffire à la condamner.

Nous nous sommes proposé d'établir la théorie de la gamme en partant de données certaines. Or, tout le monde s'accorde (musiciens et physiciens) à diviser la gamme en cinq tons et deux demi-tons diatoniques et à accepter le nombre deux pour valeur de l'octave; d'autre part, les expériences si précises de MM. Mercadier et Cornu donnent pour la tierce majeure harmonique la valeur 1,250, pour la tierce majeure mélodique 1,265; ces deux nombres étant exacts, à un millième près environ. Partant de ces

(*) La théorie des sons résultants, établie par Helmholtz, qu'on pourrait nous objecter comme justification de la gamme de Zarlin, nous fournit, au contraire, un argument en faveur de notre théorie.

En effet, tous les intervalles de Zarlin (seconde, tierces, quintes, etc.) ayant deux valeurs différant entre elles d'un comma $\frac{80}{81}$, le calcul des sons résultants conduit: dans un cas, à des valeurs identiques aux valeurs de la gamme; dans l'autre cas, à des valeurs toujours différentes dont l'écart peut atteindre $\frac{1}{54}$ (plus de dix-huit millièmes); or, le même calcul effectué dans notre théorie donne pour *écart maximum* trois millièmes (sons résultants de la quinte).

données et sachant que la tierce majeure est formée de deux tons, c'est-à-dire de deux demi-tons diatoniques plus deux demi-tons chromatiques, on peut en tirer les deux systèmes d'équation ci-dessous en appelant m le demi-ton diatonique, μ le demi-ton chromatique.

$$(1)\quad \begin{matrix} m^7\mu^5 = 2 \\ m^2\mu^2 = 1{,}250 \end{matrix} \qquad\qquad (2)\quad \begin{matrix} m^7\mu^5 = 2 \\ m^2\mu^2 = 1{,}265. \end{matrix}$$

Ces deux groupes de deux équations à deux inconnues se résolvent facilement à l'aide des logarithmes et l'on obtient les résultats suivants :

(1)	*Gamme harmonique*	$m = 1{,}0699$	$\mu = 1{,}0449$
(2)	*Gamme mélodique*	$m = 1{,}0541$	$\mu = 1{,}0669.$

Or, si l'on suppose le ton divisé en cinq parties et qu'on égale le demi-ton diatonique à trois de ces parties, le demi-ton chromatique à deux (théorie émise par Galin en 1831), on trouve pour ces deux intervalles $m = 1{,}069$, $\mu = 1{,}046$, et pour la tierce majeure 1,251, nombres égaux, à un millième près, à ceux que nous fournit l'expérience.

D'autre part, si on divise le ton en neuf parties (comma des musiciens) et qu'on égale le demi-ton diatonique à quatre commas, le demi-ton chromatique à cinq, on obtient les valeurs $m = 1{,}054$, $\mu = 1{,}067$, tierce majeure $= 1{,}265$, valeurs égales, à un dix-millième près, à celles déduites de l'expérience et, à un millième près, à celles de la gamme de Pythagore.

Nous concluons donc à l'existence de deux gammes : l'une, la *gamme harmonique* dont l'unité serait $\sqrt[31]{2}$ ou un cinquième de ton ; l'autre, la *gamme mélodique*, ayant pour unité $\sqrt[53]{2}$ ou un neuvième de ton ; ces deux gammes étant conformes à l'expérience.

Nous joignons à cette note une représentation graphique des intervalles dans les gammes mélodique, harmonique et tempérée (piano) en indiquant, à côté de chaque note, le nombre de vibrations pour la troisième octave (la_3 à la_4). Il est digne de remarque que chacune des notes de la gamme tempérée est non seulement intermédiaire entre les notes diverses qu'elles représentent dans une même gamme, mais encore intermédiaire entre les notes de même nom des deux gammes.

M. Lucien POINCARÉ

à Marseille.

VARIATION DE LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL AU CONTACT D'UNE ÉLECTRODE ET D'UN ÉLECTROLYTE AVEC LA TEMPÉRATURE (1)

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'existence d'une différence de potentiel au contact de deux corps est aujourd'hui admise par tous les savants, et de nombreux expérimentateurs ont cherché à mesurer cette quantité par diverses méthodes, mais il ne semble pas que l'on se soit beaucoup préoccupé de déterminer quelles relations elle peut avoir avec les autres grandeurs physiques et les diverses constantes relatives aux deux corps en contact. La question présente cependant un réel intérêt à cause de la signification de cette différence de potentiel qui paraît liée aux propriétés les plus intimes de la matière; de nombreux problèmes se présentent naturellement à l'esprit dans cet ordre d'idées : la différence de potentiel est-elle bien indépendante de la valeur absolue du potentiel? Comment varie-t-elle avec l'état physique des corps, par exemple au moment de la fusion? De quelle façon dépend-elle de la température? Je ne considérerai ici qu'un cas très particulier qui m'a semblé le plus simple à examiner tout d'abord : la variation de la différence de potentiel au contact d'une électrode et d'un électrolyte avec la température.

M. Lippmann a montré, on le sait, que si l'on établit une différence de potentiel E entre deux surfaces de mercure, l'une large, l'autre contenue dans un tube capillaire, séparées par un électrolyte, tout se passe comme si la constante capillaire C du mercure variait avec la force électromotrice E; si la surface capillaire sert de cathode, on constate que la constante C passe par un maximum pour une certaine valeur M de E; dans l'hypothèse de la couche double d'Helmholtz, cette couche est précisément nulle à ce moment, et l'on peut immédiatement conclure de là que M représente exactement la différence du potentiel vrai entre le métal et l'électrolyte qui le baigne. Il résulte de cette conséquence un procédé de mesure très simple pour évaluer cette différence; ce procédé a été employé par plusieurs physiciens, M. Pellat entre autres; c'est aussi celui dont je

(1) Ces expériences, commencées au laboratoire d'enseignement physique à la Sorbonne, ont été continuées dans le laboratoire de M. Macé de Lépinay, à la Faculté des Sciences de Marseille.

me suis servi, en le modifiant de façon à le rendre applicable et commode aux recherches particulières que je voulais effectuer.

L'appareil dont je me sers est en somme un électromètre capillaire, mais constitué de telle façon que l'on puisse le démonter et le remonter avec facilité, qu'il soit très robuste et très rustique tout en restant sensible; enfin, et c'est là une condition essentielle, qu'il puisse être aisément porté tout entier à une température bien constante pendant la durée des expériences, et pouvant d'ailleurs varier à volonté.

Le tube de l'électromètre est analogue à une tige de thermomètre, il est recourbé à angle droit vers son milieu, et se termine à la partie supérieure par un tube beaucoup plus large, haut de 2 ou 3 centimètres. C'est M. Debrun qui a eu, je crois, le premier l'idée d'augmenter la sensibilité de l'électromètre en se servant d'un tube horizontal, mais son ingénieux appareil n'aurait pas convenu sous la forme donnée par l'auteur aux expériences que je désirais entreprendre. Le tube est rempli très aisément de mercure; on incline d'abord la pointe vers le bas de façon à laisser couler le mercure, puis on place le tube presque horizontalement, mais la pointe étant cependant un peu plus élevée que le coude; tout le tube est plongé dans une cuve étroite à faces parallèles que l'on remplit d'eau acidulée, au fond on place une couche de mercure que l'on met en communication par une électrode à la Wollaston avec le pôle positif d'une pile, tandis que le mercure du tube capillaire est en relation avec le pôle négatif. L'électromètre ainsi construit est évidemment d'une très grande simplicité; avec une tige de thermomètre ordinaire on observe aisément des déplacements de 2 ou 3 centimètres de la colonne mercurielle pour une force électromotrice de $\frac{1}{2}$ volt environ; il n'y a pas à craindre d'obstruction ou de séparation de la colonne par une bulle gazeuse, rien n'est plus simple que de vider le tube et de le remplir à nouveau; enfin le grand avantage est que l'instrument peut être amené à une température bien déterminée, puisqu'il est tout entier plongé dans le bain liquide formé par l'électrolyte; il ne suffirait pas, en effet, pour obtenir des résultats bien nets et bien corrects, de porter la pointe seule à la température à laquelle on veut faire la mesure, car divers effets (phénomènes thermo-électriques, etc.) pourraient troubler et fausser les résultats. Pour faire une mesure, on établit une différence de potentiel connue entre les deux mercures, à l'aide d'un compensateur qui est celui indiqué par M. Bouty et qui consiste en une dérivation prise aux deux extrémités d'une boîte de résistance, traversée par un courant qui passe ensuite dans une boîte pareille; les piles sont des éléments Daniell de grande surface, montés au zinc, sulfate de zinc. On note exactement la force électromotrice introduite dans la dérivation, quand on voit, à l'aide d'un microscope qui vise l'extrémité de la colonne dans le tube capillaire,

cette colonne qui a tout d'abord commencé par remonter dans le tube, s'arrêter et revenir ensuite. Bien qu'il s'agisse ici de déterminer la valeur d'une variable qui rend minima une fonction, les résultats obtenus sont assez précis, les courbes qui représentent cette fonction sont en effet presque anguleuses au voisinage du maximum. On cherche d'ailleurs, bien entendu, le maximum en prenant le point d'intersection de la courbe avec le diamètre conjugué des cordes parallèles à l'axe où sont portées les déviations observées dans le micromètre du microscope. La constante capillaire varie avec la température, on n'observe donc pas que le maximum de la constante garde la même valeur à toute température; mais peu importe, à chaque température, la force électromotrice qui rend maxima la constante est, d'après la définition même, numériquement égale à la différence du potentiel vrai entre l'électrode et l'électrolyte à la température de l'expérience.

En prenant pour électrode une électrode de mercure bien pur, et comme électrolyte une dissolution à $\frac{1}{6}$ d'acide sulfurique pur, on trouve qu'entre 0° et 90°, cette différence de potentiel diminue régulièrement de $\frac{1}{800}$ de sa valeur quand la température croît de 1°.

Il résulte des recherches de M. Pellat que cette valeur de la différence du potentiel vrai est précisément la valeur minima de la force électromotrice nécessaire pour produire l'électrolyse de l'eau acidulée dans les conditions de l'expérience. On peut donc dire que la force électromotrice minima nécessaire pour produire l'électrolyse diminue quand la température augmente.

Dans un travail antérieur, j'avais été amené, par suite de recherches entreprises sur la polarisation des électrodes dans les électrolytes fondus, à émettre cette idée qu'à la température de décomposition d'un corps, la force électromotrice nécessaire pour l'électrolyser est nulle; d'où résulterait cette conséquence importante qu'un corps tend toujours à se dissocier par la chaleur en ses deux ions, quoique des réactions secondaires puissent masquer ce mode de dissociation, analogue à celui que l'on admet aujourd'hui dans les dissolutions étendues. Depuis, M. Arrhénius a confirmé cette manière de voir (qui était d'accord avec ses idées sur l'électrolyse), dans un mémoire récent sur la conductibilité des gaz. Le résultat auquel nous arrivons actuellement est aussi dans le sens que fait prévoir la remarque que nous venons de rappeler, mais il importerait de pouvoir poursuivre les expériences jusqu'à une température plus élevée avant de se prononcer définitivement. On doit, d'après ce qui précède, s'attendre à ce que, en remplaçant l'acide sulfurique par un électrolyte plus facilement décomposable par l'élévation de température, la variation observée soit plus rapide.

On peut très aisément, pour confirmer les résultats obtenus par la

méthode que nous avons employée, se servir, avec le même appareil, de la méthode connue sous le nom de méthode d'écoulement; il suffit, en effet, d'incliner le tube capillaire de façon que le mercure contenu dans son intérieur s'écoule goutte à goutte et tombe dans le mercure du fond; on réalise ainsi un électromoteur où la force électromotrice produite est égale à la différence de potentiel cherchée. Mais le principe de cette méthode a été depuis peu contesté par divers physiciens allemands; les résultats auxquels elle conduit ne sont pas, d'ailleurs, plus précis que ceux fournis par la première méthode.

Il est très aisé de remplacer le mercure par divers amalgames; on peut ainsi traiter divers problèmes sur lesquels nous comptons revenir; signalons seulement ici en terminant les propriétés curieuses de l'amalgame d'étain en présence de l'acide sulfurique; pour cet amalgame, la valeur de la force électromotrice qui rend la constante maxima est sensiblement nulle dès la température ordinaire; il en résulte qu'en construisant un électromètre avec cet amalgame, on obtient un électromètre dont le mercure marche toujours dans la même sens, alors qu'on change le signe de la force électromotrice; l'appareil est d'ailleurs d'une très grande sensibilité au voisinage du zéro, et pourrait sans doute rendre des services dans des cas particuliers.

M. le Marquis de MONTGRAND

à Saint-Menet, par Marseille.

SUR LA NATURE DE LA CHALEUR

— Séance du 19 septembre 1891 —

« .... La lumière et la chaleur sont inséparables », dit le P. Secchi (dans son *Unité des forces physiques*, 2e éd. fr., p. 160); « la lumière étant simplement, d'après Melloni, *une série de rayons appréciables par l'organe de la vue, et réciproquement, les rayons de chaleur obscure et les rayons chimiques étant des radiations lumineuses invisibles*. Cette façon d'envisager les rayons chimiques est parfaitement confirmée par une expérience curieuse : la reproduction photographique de dessins invisibles... »

« La lumière étant envisagée à ce point de vue général, l'importance accordée jusqu'ici à son action sur l'organe visuel a beaucoup diminué (1)...

(1) *Unité des forces physiques*, 2e éd., p. 161.

Melloni fait remarquer que si la vision des couleurs dépendait d'une propriété inhérente au rayon et non d'une modification spéciale de l'œil, on arriverait à cette conclusion absurde d'un rayon visible et invisible en même temps.

» On voit combien il est dangereux d'établir sur la nature des agents physiques des théories *ayant nos sensations* pour base... (1) »

Cette dernière remarque s'applique, selon moi, tout autant à la chaleur qu'à la lumière. C'est la raison qui m'avait poussé à donner, de la chaleur et de la température, des définitions indépendantes de la sensation ou de ce qui s'y rattache, définitions que le manque de place m'oblige à supprimer.

Après avoir exposé comment a été reconnu le caractère ondulatoire de la lumière par les recherches successives de Grimaldi, de Huyghens, de Young, de Fresnel en collaboration avec Arago, par les expériences de Fizeau et de Foucault, le tout si admirablement confirmé, dans l'année qui finit, par celles de M. Lippmann pour la photographie des couleurs, l'éminent auteur, que je viens de citer, rend compte des travaux de Mossotti sur les longueurs d'ondes extrêmes du spectre de Fraünhofer; il passe ensuite à la continuité des ondes lumineuses, aux ondes caloriques et chimiques, les premières, obscures, mesurées par Müller, les secondes par Esselbach. Enfin, il met en parallèle les ondes sonores et les ondes lumineuses et la liaison du son et de la chaleur, à propos de laquelle il dit : « Les corps vibrants qui rendent des sons excessivement aigus s'échauffent et finissent par atteindre l'incandescence; par conséquent, leurs molécules sont susceptibles de vibrer dans toute l'étendue comprise entre les limites acoustiques et optiques. Nous sommes donc en droit de conclure que le mouvement oscillatoire des particules matérielles peut s'effectuer avec une lenteur extrême, comme cela arrive pour les sons musicaux les plus graves; puis s'accélérer jusqu'à présenter l'incroyable vitesse de 946.000.000.000.000 vibrations par seconde qui caractérise l'onde chimique extrême du spectre (2). »

Il résulte donc de ce qui précède que la vibration est la manière d'être de la matière qui constitue l'essence même de la chaleur comme de la lumière, et les ondulations leur mode de propagation extérieure, au moyen desquelles se produit la perception sensorielle. Or, existe-t-il un rapport, une relation entre les nombres des vibrations qui se rapportent à la lumière et ceux qui se rapportent à la chaleur? Au premier aspect, il ne semble pas y en avoir, car si l'on compare ces deux effets, on constate que, dans la gradation des nombres qui sont propres aux diverses couleurs du spectre, à mesure que du rouge au violet, ces nombres augmentent d'une manière continue, ceux qui se rapportent à la chaleur ou

(1) *Unité des forces physiques*, p. 162.
(2) P. Secchi. — *L. C.*, p. 179.

la puissance calorique correspondante à ces couleurs diminuent d'une manière continue; en outre, pour compliquer cet apparent manque d'accord, l'éclat des couleurs spectrales va en augmentant du rouge au jaune et en diminuant du jaune au violet; en d'autres termes, à partir du jaune, l'éclat des couleurs du spectre va en diminuant soit vers le rouge, soit vers le violet, que le nombre des vibrations diminue ou augmente.

Cependant cette difficulté s'évanouit si l'on considère que l'éclat lumineux, d'après le principe des interférences, est dû à la concordance des demi-ondes et sa diminution à leur discordance, suivant que les intensités lumineuses s'ajoutent ou se détruisent, ce qui implique, pour les diverses parties d'une lumière douée d'une vitesse commune de propagation, la nécessité d'avoir des longueurs d'ondes toutes inégales et, partant, de correspondre à des nombres tous inégaux entre eux.

Reste donc comme seule difficulté, si c'en est une, cette inversité de rapport entre les nombres relatifs aux vibrations lumineuses, d'un côté, aux vibrations calorifiques, de l'autre. Si je n'étais limité par la place, je ferais voir, dans l'analyse du spectre solaire lui même, l'équivalence complète de la lumière et de la chaleur. Mais le plus simple examen de la vibration comme effet mécanique fera ressortir cette vérité. Si l'on considère une vibration, on est obligé de se rapporter à la cause qui l'a déterminée. Cette cause est toujours le travail d'une force et tout travail équivalant à une quantité de chaleur, la vibration elle-même a pour cause déterminante la quantité de chaleur dépensée pour lui donner naissance; elle lui est donc équivalente. Réciproquement, lorsque cette vibration tend à s'éteindre, elle ne peut le faire qu'en restituant une quantité de chaleur égale. Si donc, comme il n'est plus possible d'en douter, la lumière est un phénomène vibratoire, son anéantissement, dans la mesure où il s'accomplit, doit se traduire par de la chaleur en quantité proportionnelle.

La chaleur, d'une manière générale, est donc l'équivalent d'un mouvement vibratoire qui s'anéantit et, en particulier, des vibrations lumineuses dont la propagation *dans une direction initiale* vient à cesser.

On comprend dès lors que *la chaleur qui accompagne la lumière, résultat sur le corps qui l'arrête de cet arrêt même, se propage avec une vitesse égale à celle de cette lumière.* Nous venons de voir que, dans la lumière composée, la vitesse commune de toutes les lumières simples qui la composent est la raison de l'inégalité de leurs longueurs d'onde et, par suite, de leur nombre dans l'unité de temps. Supposons maintenant le nombre de vibrations par seconde assez réduit pour ne plus produire aucune lumière sensible et, par suite, décomposable, mais, par contre, ayant une longueur d'onde lui assurant par sa fréquence équivalente une vitesse de propagation égale à celle de la lumière. Cette longueur

d'onde étant supposée constante, si le nombre de ses reproductions par seconde va en diminuant de plus en plus, sa vitesse de propagation diminuera dans la même proportion. Elle ne s'effectuera plus alors que par voie de convection, et l'on comprend dans ce cas combien *sa vitesse de propagation deviendra relativement faible*, surtout si, au lieu de considérer la longueur d'onde de cette vibration non lumineuse comme constante, on admet qu'elle diminue elle-même suivant une loi quelconque en même temps que sa fréquence.

M. le Dr NICATI

à Marseille.

UNE UNITÉ PHOTOMÉTRIQUE PHYSIOLOGIQUE : LE PHOTO.-PRÉSENTATION DE PHOTOMÈTRES OXYOPIQUES

— Séance du 21 septembre 1891 —

Les « recherches sur la comparaison photométrique d'un même spectre », par M. Macé de Lépinay et nous-même (*Annales de Chimie et de Physique*, 1881), avaient déjà pris pour base d'opération la faculté de distinguer deux objets par la vue, l'acuité visuelle ou oxyopie.

Ayant appliqué ce principe à de nouvelles recherches, j'ai trouvé profit à l'emploi d'une unité photométrique physiologique que j'appelle le *Photo*.

Un photo est la lumière qui, placée à l'unité de distance, donne l'unité d'acuité visuelle.

C'est plus précisément : la plus faible lumière qui, placée à un mètre du test objet, permet de distinguer deux points sous un angle visuel limite d'une minute.

On mesure en photos la valeur d'une source quelconque en élevant au carré la distance maximum à laquelle une source peut être placée sans que l'acuité visuelle descende au-dessous d'une minute.

Photomètre oxyopique à réflexion. — Voici un modèle de test objet en caractères imprimés qu'il faut lire à trente-cinq centimètres, distance à laquelle l'épaisseur et l'écartement des traits représente une minute. L'impression est faite sur papier baryté en attendant d'être faite sur un blanc mat inaltérable. L'objet doit être tenu à la main comme un livre, la lampe placée derrière l'observateur. Les chiffres ainsi obtenus sont des *photos-réflexion*.

Photomètres oxyopiques à transparence. — Dans cet autre modèle, l'impression est faite sur gélatine transparente et placée à l'extrémité d'un tube de lunette, sous verre dépoli. L'essai doit être effectué par transparence. Les résultats sont des *photos-transparence.*

Voici un autre objet destiné à des mesures de contrôle permettant une plus grande approximation.

Il ne faut pas attendre de ces mesures, du reste, une précision absolue, l'absolu n'est pas du domaine de la physiologie; mais quelle qu'en soit l'approximation, elles ne constituent pas moins une donnée très utilisable même en photométrie pratique.

Veut-on, par exemple, éclairer une salle d'école? On demande d'y pouvoir lire aisément dans toute son étendue. Je suppose à cette salle un rayon d'un mètre: un foyer lumineux égal à un photo-réflexion sera le minimum strictement nécessaire. A-t-elle un rayon de deux mètres? il faudra quatre photos-réflexion et ainsi de suite; autant de photos que le plus grand rayon de la salle a de mètres élevés au carré.

Pour la lecture soutenue et pour l'usage général dans les salles, un éclairage d'un photo est naturellement tout à fait insuffisant.

Le photomètre à réflexion suppose l'usage simultané des deux yeux, tandis que les mesures se font avec un œil seul dans le photomètre à transparence. Fixer des deux yeux équivaut à doubler l'éclairage. (Macé de Lépinay et Nicati, *Congrès d'ophtalmologie*, 1884).

Toutes ces mesures exigent l'adaptation préalable par un séjour de plusieurs minutes dans l'obscurité.

Elles exigent naturellement aussi la correction de tous défauts optiques de l'organe observateur.

M. C. FÉRY

Préparateur à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles de Paris.

NOUVEAU CONJONCTEUR-DISJONCTEUR AUTOMATIQUE POUR LA CHARGE DES ACCUMULATEURS

— Séance du 21 septembre 1891 —

Le but de cet appareil est de permettre la charge des accumulateurs avec une machine électrique dont la vitesse est variable.

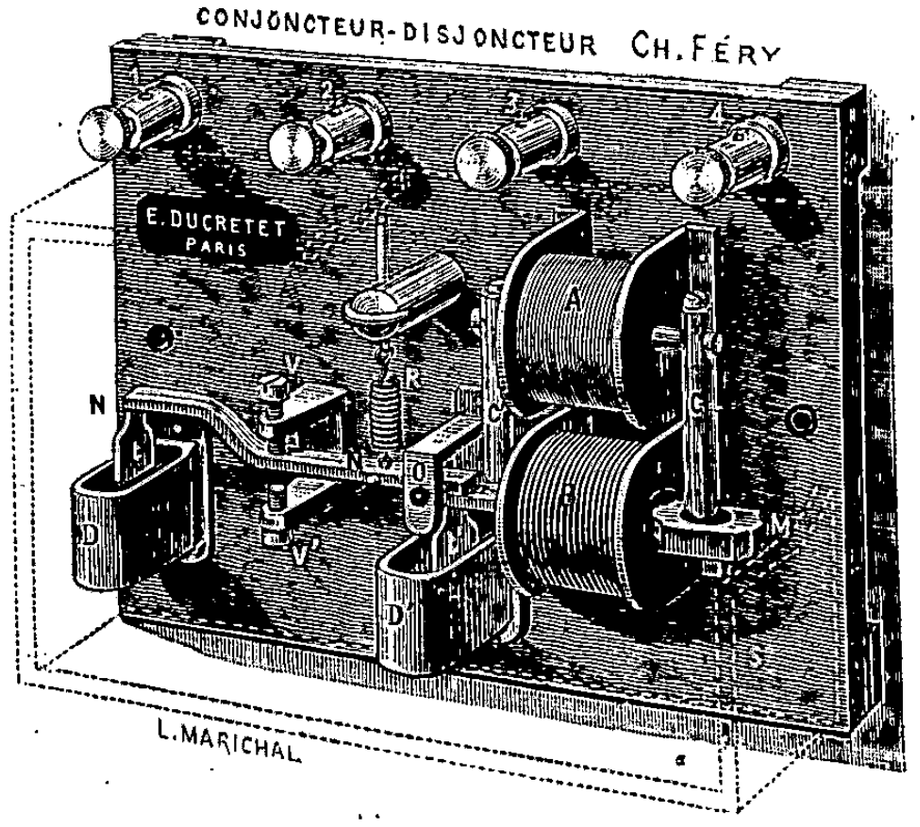
On sait que dans ces conditions, si la vitesse de la dynamo descend

au-dessous d'une certaine valeur, sa force électromotrice devenant inférieure à celle des accumulateurs, ces derniers se déchargent non seulement en perdant l'électricité déjà accumulée, mais en détériorant les organes délicats de la machine : balais, collecteur, etc.

Il faut donc qu'au moment où la force électromotrice de la dynamo va devenir inférieure à celle de la batterie l'appareil rompe le circuit en fonctionnant comme *disjoncteur*.

De plus, si la force électromotrice redevient normale, c'est-à-dire si la machine à vapeur ou autre qui commande la dynamo reprend sa vitesse, l'appareil doit remettre la batterie en charge, c'est le rôle du *conjoncteur*.

Description. — L'appareil très simple que j'ai combiné pour réaliser ces conditions se compose essentiellement de deux bobines A et B (voir la figure) : la première, dont le noyau de fer est fixe, est placée dans le circuit



d'excitation ; on peut aussi, dans certains cas, la bobiner avec du fil fin et la placer en dérivation sur la machine qui doit toujours être du type Shunt.

Dans ces deux cas, l'intensité d'aimantation du noyau de fer qu'elle polarise sera sensiblement proportionnelle à la force électromotrice de la machine.

Cette bobine attire, au moyen du pôle conique C, la pièce de fer doux OM mobile autour de O dans la bobine B ; le fil de cette dernière est parcouru par le courant total de charge quand le circuit est fermé en N par le crochet *t* qui peut plonger dans le godet à mercure D.

Fonctionnement. — La dynamo étant au repos, et le circuit de charge étant ouvert, grâce au ressort antagoniste R, faisons croître lentement la vitesse de la machine électrique ; la force électromotrice va augmenter régulièrement, et dès qu'elle aura dépassé légèrement celle de la batterie

l'attraction magnétique de A devra vaincre le ressort R, si le réglage est bien fait, et fermer le circuit sur les accumulateurs qui se chargent normalement.

Si la vitesse diminue, l'intensité du courant diminuera plus rapidement dans le fil de la bobine B que dans celui de A, et quand la force électromotrice de la machine sera égale à celle de la batterie, le courant sera *nul* en B; le ressort R devenant alors prépondérant rappellera la palette ON en rompant le circuit en D.

Il est à remarquer que cette rupture se fera *sans étincelle*, aucun courant ne passant en ce moment dans le circuit de charge.

Examinons maintenant le cas où l'appareil serait mal réglé, supposons d'abord le ressort R trop tendu. Dans ce cas, le circuit sera rompu avant que le courant de charge soit annulé; il y aura donc une étincelle due au courant de la dynamo.

Si, au contraire, le ressort n'est pas assez tendu, le courant passant dans la bobine B s'annulera puis se renversera; mais, à ce moment, la polarité de la pièce de fer doux OM se renversera également et les pôles qui, en régime normal doivent être de signes contraires de manière à produire une attraction, sont maintenant de mêmes signes et donnent une répulsion entre M et C, laquelle, combinée à l'action du ressort, produit encore le basculage; l'étincelle de rupture est due ici à un commencement de décharge des accumulateurs.

On voit que, dans ces deux cas défectueux, l'appareil remplit encore son but, mais d'une manière moins parfaite; en pratique, on n'évite jamais complètement une légère étincelle de rupture, due surtout à l'inertie mécanique de la pièce NM et à un peu d'hystérésis des noyaux de fer qui font que le basculage n'a pas lieu mathématiquement au moment précis où le courant de charge est nul, mais cette étincelle peut être rendue extrêmement faible et n'a plus alors d'effet fâcheux.

Pour des courants de charge dépassant 100 ampères, et pour ne pas trop augmenter les dimensions de l'appareil, on peut n'envoyer qu'une faible fraction du courant total dans le conjoncteur-disjoncteur, qui devient une sorte de relais commandant un appareil rustique livrant passage à la plus grande partie du courant.

M. le Dr FAYEL

Professeur à l'École de Médecine de Caen.

PROCÉDÉ DE PHOTOMICROGRAPHIE

— Séance du 21 septembre 1891 —

Lorsque, en 1871, j'annonçai que l'on pouvait photographier directement des coupes histologiques en *conservant l'oculaire du microscope*, on déclara que c'était impossible, parce que l'image fournie par l'oculaire était une *image virtuelle* et qu'une *image virtuelle* ne pouvait être photographiée.

Cependant, cette même année, je montrais à la Salpêtrière des épreuves très réussies obtenues par mon procédé, en présence de M. Luys, de MM. Duret, Gombeaux et Pierret, et, deux ans plus tard, M. du Moncel en déposait de semblables, avec une note de moi, sur le bureau de l'Académie des Sciences, qui voulut bien la faire imprimer.

Enfin, en 1876, dans le n° 4 de l'*Année médicale* du Calvados, voici ce que j'écrivais :

« Mon procédé est bien simple. Au lieu de remplacer l'oculaire, comme le conseillent les traités de photomicrographie, par une petite chambre noire renfermant une plaque sensibilisée de un ou deux centimètres carrés tout au plus et placée au point même qu'occupait l'oculaire, je prends une plaque quelconque, 1/3, 1/2, 1/1, selon le cas; je la mets dans mes châssis ordinaires, et, concentrant sur elle les rayons émanés de la coupe que je veux photographier, j'opère comme si j'avais à faire un portrait.

» J'obtiens ainsi des clichés directs de toutes grandeurs, suivant la distance que j'ai choisie et, n'ayant pas besoin d'agrandir mes clichés, je suis sûr d'avoir la représentation exacte, mathématique du champ microscopique. En un mot, je puis faire un cliché direct, quel que soit son grossissement, de tout objet visible au microscope. »

On n'en continua pas moins à répéter que c'était impossible, puisque, avec l'oculaire, je ne pouvais avoir qu'une image virtuelle.

Ce fut alors que, prenant dans les traités de physique l'image représentant la marche des rayons lumineux dans le microscope, je crus pouvoir y trouver l'explication de l'opposition faite au procédé dont on ne saurait me contester l'invention, puisque tout le monde le prétendait inadmissible.

Je publiai donc, dans le n° 2 de l'*Année médicale*, année 1877, une

nouvelle description de mon procédé avec planches à l'appui, et j'écrivis ceci :

« Je n'ai jamais eu la prétention de photographier une image virtuelle fournie par l'oculaire, c'est-à-dire celle que perçoit l'œil appliqué à l'oculaire. Mais supprimez cet œil et voyez ce que deviennent les rayons lumineux. Ils vont de nouveau se croiser en un point plus ou moins éloigné, et si, sur leur trajet, vous placez une plaque sensible, ils l'impressionneront fatalement parce qu'ils ne sont plus virtuels, mais bien réels et émanant directement de l'objet après avoir traversé l'objectif, puis l'oculaire. »

Voilà quelle était la théorie proposée par moi pour expliquer mon procédé.

On a prétendu et on prétend encore qu'elle est fausse. C'est possible; mais en attendant qu'on m'en donne une acceptée de tous, voici ce que j'ai fait pour rendre mon procédé absolument pratique :

Dans le même numéro de janvier 1877, j'ai représenté l'appareil dont je me servais et dont je me sers encore. Depuis que (à défaut de ma théorie) mon procédé est d'un usage courant, on a construit une foule d'appareils analogues. Je soutiens que le mien a sur eux tous une supériorité marquée. Étant vertical, il peut *seul* permettre l'étude et la photographie des plaques dans un liquide ou celles nécessitant l'objectif à immersion. Mais surtout il est le seul qui, *tenant lieu de table pour le microscope*, permet d'y faire les recherches désirées et de les faire photographier ensuite par le premier venu, sans toucher à rien, sinon à la chambre noire dont on coiffe le microscope en la plaçant dans le cadre qui supporte le microscope.

En effet, mon but a toujours été de rendre le travailleur micrographe *indépendant du photographe*. Et c'est pour cela que, dès le début, j'ai ajouté à l'appareil une lentille mobile dans son intérieur.

Elle est représentée sur la planche de l'*Année médicale* (n° 2, 1877) avec l'exposition de ma théorie, et de chaque côté est placé mon appareil. On y voit *(fig. 2)* le tube sur lequel repose cette lentille, et sur la figure 3 l'appareil la renfermant et prêt à fonctionner.

Cette lentille était-elle indispensable? Non; car, en son absence, on peut, *sans toucher au microscope, sans mettre au point* (soit avec la chambre noire, soit avec la vis micrométrique du microscope), on peut, dis-je, prendre une image très nette de tout objet visible sur la platine et la prendre d'autant plus agrandie (je ne dis pas grossie) qu'on allonge davantage le tirage de la chambre noire. Mais on comprend que cette image est d'autant plus grande que le tirage est lui-même plus grand, et, à moins de se servir de diaphragmes excessivement petits, les bords en sont un peu flous.

Ma lentille accessoire avait pour but d'obvier à ce double inconvénient et d'obtenir *mathématiquement* l'image vue au microscope. Pour cela, il suffit, la chambre noire étant tirée à un degré déterminé, de faire mouvoir cette lentille pour amener dans le champ de la glace dépolie et par conséquent sur la plaque sensible la représentation absolument exacte de l'image donnée par l'oculaire.

On a dit que cette lentille accessoire était nuisible, en ce sens qu'elle augmentait les chances de foyers chimiques et diminuait l'éclairage.

J'ai répondu au premier reproche dans le numéro 3 de l'*Année médicale* 1878, en démontrant par mes épreuves qu'il tombait devant l'expérience que chacun peut en faire. J'ai fait plus; après avoir soutenu que si l'appareil est habilement construit, il n'y a pas plus de foyer chimique que dans le microscope ordinaire, du moment où les systèmes : objectif, oculaire et lentillaire sont à une place convenable, j'ai donné la formule physique que je devais à l'obligeance de M. Griveaux, professeur de physique au Prytanée militaire de la Flèche. En voici le résumé :

Si l'on veut avoir une épreuve qui reproduise exactement dans ses dimensions l'image telle qu'on la voit au travers du microscope, il faut l'amener à se produire dans la chambre noire de manière que la distance de la plaque sensible à la lentille accessoire soit le double de la distance focale principale de cette dernière. (Je supprime les formules algébriques.)

Et alors l'image apparaissant sur la glace dépolie, et par suite sur la glace sensible, est aperçue de même grandeur *par toutes les vues*, tandis que, par l'observation à l'oculaire, le grossissement est variable *avec la vue de chaque opérateur*.

Quant au reproche visant la diminution de lumière, il m'avait paru d'abord acceptable, mais sans valeur, puisque j'opère toujours à *la lumière diffuse*, et qu'alors peu importe le temps de pose avec les glaces sèches.

Depuis, j'ai reconnu que ce reproche n'était pas même exact, car si, par exemple, je photographie une coupe avec le microscope muni de l'objectif 8 de Veriek et l'oculaire 1, j'obtiens un développement *presque aussi rapide* après quarante secondes de pose, soit que j'opère avec la lentille accessoire, soit que je la supprime. La seule différence, je le répète, c'est qu'avec la lentille j'ai une *image exacte* du champ microscopique, tandis que, sans la lentille, cette image est un tiers au moins plus grande.

Donc, n'en parlons plus, et cela d'autant moins qu'aujourd'hui ce n'est plus une lentille accessoire dont je me sers, mais bien *d'un jeu* bien plus compliqué *de lentilles*.

En effet, et *c'est la partie absolument neuve* de cette communication, j'ai remplacé ma fameuse lentille accessoire par un appareil aplanitique

et je mets *au-dessus de l'oculaire*, à des distances que l'habitude d'abord, que le calcul ensuite, peut déterminer, l'appareil panorthoscopique n° 1, de la maison Laverne, de Paris, qui a l'avantage de me donner des épreuves d'une netteté remarquable, dans toute leur étendue.

En attendant que j'aie essayé d'autres aplanitiques plus parfaits que celui de Laverne, je puis résumer cette note par l'énoncé suivant des faits que je me fais fort de reproduire à volonté.

Quel que soit l'objet visible sur la platine d'un microscope et quel que soit son grossissement, je puis le photographier directement de sa grandeur exacte sans toucher au microscope et sans aucune mise au point préalable.

Quelle que soit la longueur du tirage de la chambre noire, je puis, sans mise au point, obtenir une image absolument nette de l'objet. Mais, dans ce cas, l'épreuve diminue ou augmente de grandeur, selon que le tirage est plus ou moins grand.

En présence de ce résultat, je crois que ma théorie reste toujours debout.

Si elle est démontrée fausse, il n'en restera pas moins ce fait : que je suis bien l'inventeur du procédé consistant à conserver l'oculaire pour photographier les coupes microscopiques, et qu'alors tout savant, *après avoir mis au point* sur la platine l'objet qu'il veut faire représenter, n'a qu'à le recouvrir de la chambre noire. Le reste regarde le premier photographe venu.

M. A. PÉROT

Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Marseille.

VÉRIFICATION DE LA LOI DE RÉFRACTION DES SURFACES ÉQUIPOTENTIELLES MESURE DE LA CONSTANTE DIÉLECTRIQUE

— Seance du 21 septembre 1891 —

On sait que si l'on admet la loi de réfraction des surfaces équipotentielles, K_1 et K_2 désignant les constantes diélectriques de deux milieux, les angles α et β d'une surface équipotentielle avec la surface de séparation de ces milieux, de part et d'autre de cette surface, sont liés par la relation :

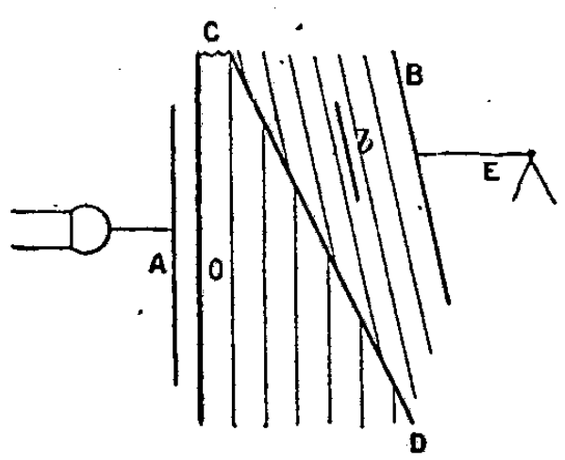
$$\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta} = \frac{K_1}{K_2};$$

dans le cas où le second milieu est de l'air, cette relation peut s'écrire :

$$\text{(1)} \qquad \operatorname{tg} \alpha = K \operatorname{tg} \beta.$$

K étant la constante diélectrique du premier milieu.

Supposons un champ uniforme entre les deux armatures planes et parallèles d'un condensateur à air; si l'on suppose une plaque métallique, plane et très mince, placée parallèlement aux surfaces équipotentielles, ces surfaces seront peu altérées; de sorte que, l'une des armatures étant maintenue à un potentiel constant, l'autre étant reliée à un électroscope, après avoir été momentanément mise à la terre, si l'on déplace la plaque mince parallèlement à elle-même et, par suite, aux surfaces équipotentielles, l'électroscope restera au zéro, le champ n'étant pas altéré ou du moins très peu, et la capacité du système n'ayant pas changé.



Soit un diélectrique solide, taillé en forme de prisme; plaçons très près de l'une des faces et parallèlement à cette face une grande plaque métallique A chargée d'un potentiel constant. On peut imaginer que le champ présente la disposition suivante :

Dans le diélectrique des surfaces équipotentielles planes et parallèles à la plaque A dans le diélectrique, des surfaces planes également dans l'air et parallèles à une plaque B convenablement orientée. Dans ce cas, les angles α, β des deux plaques avec la surface CD du prisme oblique sur A sont donnés par la relation (1).

A et B sont les armatures d'un condensateur; A est chargé à un potentiel fixe; d'après ce qui a été dit plus haut, si on place dans le champ une petite plaque isolée *b* parallèlement aux surfaces équipotentielles et qu'on la déplace parallèlement à elle-même, la capacité ne doit pas changer.

Au contraire, si le champ n'est pas uniforme dans l'air, si les surfaces équipotentielles ne sont pas planes et parallèles à *b*, tout déplacement de *b* entraînera une variation de la capacité que l'on constatera à l'aide de l'électroscope, relié à B. Si donc la forme du champ précédemment décrite existe, il sera possible de placer B dans une orientation telle que le déplacement d'une plaque *b* parallèle à B n'altère pas la capacité.

En étudiant de plus près ce qui se passe lors du déplacement de *b*, dans le cas où B n'est pas convenablement orienté, on arrive aux conclusions suivantes :

Quelle que soit la position de B, les surfaces équipotentielles immédia-

tement voisines tendront à être parallèles à cette plaque, mais les surfaces au voisinage immédiat de CD, influencées par A, ne seront pas, en général, parallèles à B, de sorte que, lorsque par la présence de *b* on les amènera à être parallèles à cette plaque, le champ sera déformé. Le seul cas où l'influence du déplacement de *b* est nulle est celui où les surfaces équipotentielles sont parallèles à B jusqu'au diélectrique, cas réalisé dans le champ précédemment imaginé. A chacune des formes du champ réalisant cette condition doit correspondre une position de B, sans qu'on puisse dire, *a priori*, s'il existe plusieurs de ces formes; remarquons toutefois que celle décrite précédemment doit exister, et que si l'expérience révèle qu'il n'y en a qu'une, ce sera forcément celle-là, fait qui sera confirmé par l'expérience si la position de B est indépendante de sa distance à l'arête du prisme.

Il fallait donc opérer de la manière suivante : La plaque *b* étant constamment parallèle à B, amener B dans une position telle que le déplacement de *b* n'influençât pas les feuilles d'or; voir si cette condition est réalisée par une ou plusieurs positions de B. A cet effet, *b* étant supporté par des fils de soie tendus sur un cadre mobile parallèlement à B, et l'ensemble de B et *b* étant mobile autour d'un point O, on place B dans une certaine position, on le met au potentiel zéro, puis on déplace *b* en observant un électroscope à feuilles d'or auquel B est relié.

En général, il était impossible de maintenir le potentiel absolument constant et partant les feuilles d'or au repos, mais leur déplacement de ce chef est toujours lent, tandis que le déplacement dû au mouvement de *b* est un mouvement rapide rythmé comme celui de *b*.

Si le mouvement de *b* entraîne celui de l'électroscope, ce qui arrive lorsque B occupe une position quelconque, on modifie légèrement l'orientation de cette plaque et on répète l'expérience jusqu'à ce que l'on arrive à lui faire occuper une position pour laquelle le déplacement de *b* n'influence plus l'électroscope.

Cette position est unique et l'angle des plaques A et B qui lui correspond est indépendant de la distance du milieu de B à l'arête du prisme. On relève cet angle et, connaissant l'angle du prisme, on en déduit les angles α et β.

L'expérience faite avec un prisme rectangle de résine contenant un dixième de cire, les côtés de la base étant $0^m,40$ et $0^m,20$, la hauteur $0^m,30$, a donné pour K des nombres variant de 2,02 à 2,05, la distance du centre de B à l'arête variant de $0^m,15$ à $0^m,25$ et la distance moyenne de B à A de $0^m,15$ à $0^m,20$. La constance de ces résultats justifie pleinement la conception du champ uniforme dans l'air et le diélectrique, et par suite la méthode.

Un prisme dont la base était rectangulaire isocèle de $0^m,30$ a donné

des nombres variant de 2,00 à 2,10, s'accordant par suite avec les valeurs précédentes et *vérifiant la loi de la réfraction.*

Les nombres trouvés sont indépendants du temps de charge, la production et la présence du résidu n'ont aucune influence.

Ces nombres vérifient aussi la loi de Maxwell autant qu'on le peut souhaiter, le carré de l'indice pour la raie D étant 2,18.

Ces expériences ont été faites avec un potentiel correspondant à des distances explosives, variant de 0m,05 à 0m,08, compris par suite entre 25.000 et 40.000 volts.

Un prisme de soufre, plus petit que ceux de résine, m'a donné pour la valeur de la constante diélectrique 3,56, dans des conditions de moindre précision, à cause de l'influence des bords du diélectrique.

M. H. BRUGUIÈRE

Président de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

VISIBILITÉ PRESQUE CONSTANTE A L'ŒIL NU, DE LA PLANÈTE VÉNUS

— Séance du 23 septembre 1891 —

Dès la plus haute antiquité, cette belle planète avait été remarquée par son vif éclat et désignée sous le nom d'Étoile du matin ou du soir, suivant qu'elle précédait ou suivait le soleil. La visibilité à l'œil nu de Vénus en plein soleil avait été signalée par Varon; en 1716, les habitants de Londres regardaient comme un prodige cette visibilité en plein jour, ce qui donna l'idée à Halley de calculer les positions où la planète peut être le plus facilement aperçue. Lalande rappelle qu'en 1750 son apparition en plein midi avait jeté Paris dans l'étonnement. Enfin, le célèbre Arago dit : « Le calcul, d'accord avec l'observation, a montré que la plus grande visibilité de Vénus, à l'œil nu, correspond aux moments où elle est éloignée de 40° du Soleil, à l'orient ou à l'occident, 69 jours avant ou après sa conjonction inférieure. Son diamètre apparent est alors de 40″18, la largeur de sa partie éclairée est à peine de 10″. »

C'est ici le cas de remarquer que ce célèbre astronome ne parle de la visibilité de Vénus qu'avant ou après sa conjonction inférieure, et qu'il ne dit pas un mot sur la possibilité de voir la planète dans les autres positions.

Nous allons voir quelles sont les positions les plus extrêmes où, nous-même, nous avons pu pousser nos observations à l'œil nu.

Mes observations de la planète partent de 1884, époque où j'ai inauguré la fondation de la Société scientifique Flammarion, en montrant, les 25 et 26 mai, cet astre à de nombreux fondateurs de notre Association, à 11 heures du matin. Ce n'est qu'à partir de 1887 que j'ai pris à tâche de noter assidûment mes observations à l'œil nu, pour établir si, oui ou non, Vénus pouvait être vue *avant* et *après* les dates fixées par l'illustre Arago.

Les documents astronomiques sur la visibilité à l'œil nu de la planète indiquent les années : 398, 984, 1008, 1014, 1077, 1280, 1363, 1716, 1750, 1797, 1857 et 1883, comme étant remarquables à cet égard.

S'agit-il ici d'une visibilité fortuite ou d'observations prolongées? Nous ne savons, d'autant plus que je remarque dans ces périodes de longs intervalles de 500, 200 et 400 ans, où aucune observation de visibilité n'est signalée. Est-ce à dire que la planète ne brillait pas du même éclat? Non! Mais cela nous prouve que, comme dans l'antiquité, elle a été aperçue par hasard et qu'aucune observation de longue haleine n'a été faite sur ce point important de visibilité à long terme.

Voici les diverses périodes de mes observations :

I. — En 1887 et 1888, j'ai observé à *l'œil nu* la planète,

Du 26 mars au 16 septembre 1887,	soit pendant	175	jours.
Du 19 octobre 1887 au 15 avril 1888,	—	180	—
Du 12 août 1888 au 31 décembre 1888,	—	142	—
	Soit un ensemble de	497	jours.

Les conjonctions ont eu lieu pendant ces époques :

1° La conjonction inférieure, le 21 septembre 1887,

2° La conjonction supérieure, le 11 juillet 1888.

J'ai donc observé la planète :

En 1887 : 5 jours *avant* et 27 jours *après* la conjonction inférieure.

En 1888 : 87 jours *avant* et 31 jours *après* la conjonction supérieure.

II. — En 1889, j'ai de nouveau observé :

Du 1er janvier au 27 avril,	soit pendant	117	jours.
Du 17 mai au 15 décembre,	—	213	—
	Ensemble	330	jours.

La conjonction inférieure ayant eu lieu le 1er mai, j'ai donc observé :

En 1889 : 4 jours *avant* et 19 jours *après* la conjonction inférieure.

III. — En 1890, j'ai observé :

Du 15 mai au 29 novembre, soit pendant 198 jours.
Du 18 décembre au 31 décembre, — 14 —

Ensemble 212 jours.

Les conjonctions ont eu lieu :
1° La supérieure, le 18 février.
2° L'inférieure, le 4 décembre.
J'ai donc observé en 1890 :
64 jours *avant* et 86 jours *après* la conjonction supérieure.
4 jours *avant* et 14 jours *après* la conjonction inférieure.

IV. — En 1891, j'ai observé dans les mêmes conditions, du 1er janvier au 4 juin, soit pendant 155 jours, la conjonction supérieure ayant eu lieu le 18 septembre, j'ai donc observé Vénus 107 jours *avant* cette conjonction.

Il est essentiel de faire les remarques importantes suivantes :

1° Que *l'invisibilité à l'œil nu* de Vénus, *avant* et *après* les diverses *conjonctions inférieures*, a été de 32 jours en 1887, 23 jours en 1889 et 18 jours en 1890.

2° Que cette *invisibilité* s'est produite *avant* et *après* les diverses *conjonctions supérieures* pendant 118 jours en 1888, 150 jours en 1890 et 107 jours en 1891.

Nous appelons surtout l'attention sur le nombre de jours suivants :

La planète a été *visible à l'œil nu* :

1° Pendant 175 jours *avant* et 179 jours *après* la conjonction *inférieure* du 21 septembre 1887.

2° Pendant 249 jours *avant* et 182 jours *après* la conjonction *inférieure* du 1er mai 1889.

3° Enfin, pendant 198 jours *avant* et 169 jours *après* la conjonction *inférieure* du 4 décembre 1890.

L'espace qui nous est attribué ici nous obligeant à nous restreindre considérablement, nous ne pouvons, à notre grand regret, pousser plus loin cette étude, malgré l'intérêt capital que nous y attachons, qui fixe d'une façon définitive que « la planète Vénus est presque constamment visible à l'œil nu en plein soleil, et que la limite de 69 jours assignée par Arago et autres savants doit être reportée bien au delà de ce nombre. »

M. H. BRUGUIÈRE

Président de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

PASSAGES DE CORPUSCULES DEVANT LE SOLEIL

— Séance du 23 septembre 1891 —

Observateur des taches solaires depuis 1882, mon attention fut attirée en 1883 par le passage de nombreux corpuscules devant cet astre. Le 15 avril, de midi à une heure, je fus très surpris de voir passer un certain nombre de corps devant le disque solaire, suivant tous la même direction de l'ouest à l'est.

Vivement frappé par cette apparition, toute mon attention se porta sur ce fait ; je constatai que ces corps avaient une marche assez rapide, étaient alignés et marchaient parallèlement. Mon observation, reprise de 2 heures à 2 heures 15 minutes, me montra les mêmes faits. Le lendemain 16, à 8 heures du matin, et encore à midi, je revis le même passage de corpuscules, sans aucune altération dans leurs allures, ni dans leurs formes, ni dans leurs couleurs. Ce passage peut donc être considéré comme ayant duré vingt-quatre heures. Sur le disque, ils étaient ou paraissaient gris foncé au centre, et clairs sur les bords; leurs formes m'ont paru être arrondies et leurs grosseurs difficiles à apprécier.

Les 12 et 13 août suivants, M. Bonilla, directeur de l'Observatoire de Zaccatécas, observait un phénomène semblable à 8 heures du matin ; en deux heures, il comptait plus de 283 corpuscules brillants, traversant le disque du Soleil de l'ouest à l'est. Ces corps, dit-il, paraissaient sombres et noirs, plus ou moins ronds, offraient des images lumineuses en quittant les bords.

Le 13, à partir de 8 heures du matin et durant quarante-cinq minutes, 116 corps traversèrent le disque.

D'autre part, mes observations des 15, 16 et 17 août 1883 sont très curieuses, semblables aussi à celles de M. Bonilla, et paraissant être en corrélation avec celles de Zaccatécas des 12 et 13 même mois ; elles complètent celles des 15 et 16 avril.

D'autre part encore, M. Cornillon, à Arles (ville distante de Marseille d'environ 50 kilomètres), observait, le 14 mai et le 3 juin, en dehors du Soleil, à travers un verre foncé; il notait des points lumineux et blancs traversant le disque solaire. Évidemment, à ces dates, ou, pendant la

majeure partie de l'année 1883, des corpuscules et des corps lumineux ont traversé l'espace sur une très grande étendue. En effet, que dire de cette coïncidence de dates ? J'observais à Marseille le 15 août, M. Bonilla observait à Zaccatécas, à 2.600 lieues, à un jour près!

Il y a là un fait digne d'attention qui pourrait faire supposer une grosseur inusitée des corpuscules, difficile à apprécier. Nous préférons voir dans cette simultanéité du phénomène, un passage *d'essaim d'étoiles filantes* que de les attribuer à des passages d'oiseaux, d'insectes ou d'étoupes soyeuses, ainsi que certains observateurs l'ont dit. Considérons, en effet, la vitesse qu'auraient dû avoir ces derniers corps pour être visibles si rapidement et traverser l'espace de 2.600 lieues en un ou deux jours ; c'est inadmissible; d'autre part, quels vols considérables d'oiseaux, d'insectes ou d'étoupes soyeuses cela ne supposerait-il pas! Les étoiles filantes, seules, peuvent produire cette rapidité de parcours. M. Bonilla et moi sommes d'accord sur la direction de l'ouest à l'est. Il y a donc là une même cause qui a produit les mêmes effets de visibilité.

Malgré l'espace limité qui nous est accordé, nous devons citer les années où des observations semblables ont été faites. M. Cornillon, à Arles, a observé des passages de corpuscules en 1882, 1883, 1884, 1885 et 1886; M. Maurice Jacquot, au Havre, en 1886, et M. Jacques Léotard, secrétaire de la Société scientifique Flammarion de Marseille, en 1887. Nous ne pouvons, à notre vif regret, relater les très intéressantes observations faites par notre collègue et ami, l'espace nous faisant défaut ; mais nous ne pouvons nous empêcher de constater que ce consciencieux observateur observait le 8 juillet, de 3 heures 15 minutes à 3 heures 50 minutes, le passage de « points blancs » sur le « fond sombre du ciel ». Ces corpuscules, dit M. Léotard, gardaient leur éclat blanc sur tout leur parcours ; ils étaient nettement visibles et leur diamètre inappréciable les faisait paraître ronds... Cette relation succincte nous paraît assez claire, et l'on voudra bien remarquer la ressemblance frappante entre les observations de M. J. Léotard, M. Bonilla et les miennes.

En terminant cette trop courte relation, disons que les corps que j'ai vu passer devant le disque solaire les 15 et 16 avril et 15, 16 et 17 août 1883, sont des corpuscules ou peut-être bien des étoiles filantes. N'y en a-t-il pas à toutes les époques de l'année? Ainsi, du 19 au 30 avril, il y a un flux important et chute de météores. Du 9 au 14 août, un essaim de corpuscules appelé « courant de Saint-Laurent » dont les nombreux points de divergence sont d'environ quarante. Enfin, celui du 9 au 11 août, qui émane d'une région elliptique très allongée.

Nous sommes donc en présence, d'après ces nombreuses observations, d'un phénomène des plus intéressants qui paraît avoir une origine céleste.

M. Charles HENRY

Maître de Conférences à l'École pratique des Hautes Études, à Paris.

NOUVELLES RECHERCHES D'OLFACTOMÉTRIE

— Séance du 23 septembre 1891 —

1. — Le but de l'olfactomètre est de déterminer l'intensité d'un parfum par l'inverse du poids de vapeur odorante nécessaire au minimum perceptible.

L'instrument, construit par G. Berlemont, consiste en un réservoir de verre traversé par deux tubes glissant l'un dans l'autre : 1° un tube de papier bouché par le bas ; 2° à l'intérieur de celui-ci, un tube de verre gradué en millimètres qu'on introduit dans une des narines, en bouchant l'autre. Quelques gouttes de liquide odorant sont déposées dans le réservoir; une fois ce réservoir saturé, on enferme le tout dans une éprouvette que vient clore un bouchon. L'opérateur note la seconde; puis soulève le tube de verre d'un mouvement uniforme; au moment où la sensation minima se produit, il note la seconde et arrête le mouvement. Avec la hauteur et la durée de soulèvement, avec une constante de l'appareil qui dépend du rayon du tube de papier, enfin avec une constante du corps odorant, à la température de l'expérience, c'est-à-dire le poids qui passe du réservoir dans le tube, le réservoir étant à la tension maximum, on peut calculer le poids de vapeur qui a passé successivement dans le tube. Le minimum perceptible est la différence entre ce poids et le poids restant dans l'appareil.

2. — J'ai montré (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 9 février 1891) comment il a été possible de relier le poids Q′ qui passe du réservoir dans le tube, le réservoir étant à la tension maximum, à une quantité plus accessible : la vitesse d'évaporation du liquide à l'air libre, soit q, par la formule

$$Q' = q \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

dans laquelle α désigne le rapport entre q', la vitesse d'évaporation à travers le papier et q.

La surface du tube de papier de l'olfactomètre étant collée sur un quart environ, il faut multiplier cette valeur par le coefficient $\frac{11}{12}$ que l'on a

calculé en dosant les poids d'ammoniaque qui, dans les mêmes conditions de température, passent soit à travers le papier simple, soit à travers le papier collé $\left(\frac{11}{12}\frac{\alpha}{1-\alpha} = 1{,}69\right)$.

3. — La nécessité d'opérer très rapidement et d'obtenir une grande sensibilité m'a fait recourir, pour déterminer q, à un aréomètre dont la tige d'acier nickelé, de $0^{mm},5$ environ, se déplace dans l'alcool le long d'une règle divisée en millimètres. Cet appareil, appelé *pèse-vapeur*, est surmonté d'une coupelle d'argent, de $0^{cmc}6$ environ, destinée à contenir le liquide odorant (*). Comme l'expérience dure peu de temps, ni la tension superficielle, ni l'angle de raccordement de l'alcool avec la tige n'ont pu varier d'une manière sensible; l'action de la capillarité se trouve donc éliminée puisque la tige est partout cylindrique. Une fois connu π le poids du liquide évaporé, on peut en déduire la vitesse d'évaporation q du liquide, c'est-à-dire le poids du liquide évaporé par seconde et par millimètre carré. En effet, pendant la courte durée t secondes de l'expérience, le niveau du liquide n'a pas sensiblement baissé dans la coupelle. La surface d'évaporation pouvant être considérée comme constante, on a

$$q = \frac{\pi}{St}.$$

Reste à évaluer S et c'est à quoi va servir le volume v mesuré au compte-gouttes du liquide déposé dans la coupelle. Soient D le diamètre de la sphère dont la coupelle est une calotte et h la profondeur (inconnue mais inutile à connaître) du liquide dans la coupelle; S et v sont, comme l'apprend la géométrie, liés à h par les relations

$$(1) \qquad S = \pi(Dh - h^2) \qquad\qquad (2) \qquad v = \pi\left(\frac{D}{2}h^2 - \frac{h^3}{3}\right).$$

Dans une première approximation, on peut négliger h^2 par rapport à h et h^3 par rapport à h^2 et par conséquent remplacer les formules précédentes par celles-ci:

$$(3) \qquad S = \pi Dh \qquad\qquad (4) \qquad v = \pi\frac{D}{2}h^2$$

d'où résulte

$$(5) \qquad S = \sqrt{2\pi Dv}.$$

Cette dernière formule suffit quand le volume v est très petit par rapport au volume $\frac{1}{6}\pi D^3$ de la sphère dont la coupelle fait partie. S'il n'en est

(*) Pour les détails de la manipulation, voir le prospectus qui accompagne l'instrument. (G. Berlemont, constructeur.)

pas ainsi, il faut pousser plus loin l'approximation. Pour cela, posons

$$S = \sqrt{2\pi D v}\,(1 - \lambda\sqrt{v}) \tag{6}$$

et cherchons à déterminer λ. L'identification des deux valeurs (1) et (6) de S nous donne

$$\sqrt{2\pi D v}(1 - \lambda\sqrt{v}) = \pi(Dh - h^2) \text{ ou } (7') \quad \sqrt{2\pi D v} = \frac{\pi(Dh - h^2)}{(1 - \lambda\sqrt{v})}. \tag{7}$$

D'après une première approximation

$$\sqrt{2\pi D v} = \pi D h \qquad \text{d'où} \qquad \sqrt{v} = \sqrt{\frac{\pi D}{2}}h.$$

Substituant cette valeur de v dans le deuxième membre de l'équation (7'), il vient :

$$\sqrt{2\pi D v} = \pi\frac{Dh - h^2}{1 - \lambda\sqrt{\frac{\pi D}{2}}h}.$$

Cette dernière expression, si l'on y néglige h^3, h^4,... peut s'écrire d'abord

$$\sqrt{2\pi D v} = \pi(Dh - h^2)\left(1 + \lambda\sqrt{\frac{\pi D}{2}}h\right)$$

ou bien

$$\sqrt{2\pi D v} = \pi\left[Dh + \left(\lambda\sqrt{\frac{\pi D^3}{2}} - 1\right)h^2\right]$$

d'où en élevant au carré et ne conservant que les termes en h^2 et h^3,

$$v = \pi\left[\frac{D}{2}h^2 - \left(1 - \lambda\sqrt{\frac{\pi D^3}{2}}\right)h^3\right].$$

Mais cette valeur de v doit être identique à la valeur (2) de la même quantité; on en conclut par comparaison

$$\left(1 - \lambda\sqrt{\frac{\pi D^3}{2}}\right) = \frac{1}{3}$$

d'où

$$\lambda = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{\pi D^3}}.$$

En substituant cette valeur dans la formule (7), on trouve :

$$S = \sqrt{2\pi D v}\left[1 - \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2v}{\pi D^3}}\right].$$

C'est par cette formule qu'a été calculée la table des valeurs de S pour les volumes v.

On a obtenu ainsi en millièmes de milligrammes, à la température de 10°5, les valeurs suivantes de q :

Ether. . . .	0,7	Romarin . . .	0,0446	Winter-green	0,0165
Ylang-ylang .	0,0176	Carvie	0,0315	Bergamotte .	0,0331
Portugal . .	0,0567	Menthe anglaise	0,0354	Lavande. . .	0,0292

Pour l'éther, dont on connaît F, on a $\theta = 0{,}00451$.

4. — Connaissant Q', on peut calculer maintenant le poids qui passe successivement du réservoir dans le tube; mais comme la vapeur odorante n'est jamais entièrement absorbée par les narines, il faut déterminer en même temps le poids de vapeur restant dans l'instrument.

Considérons dans un tube de la forme et de la capacité de l'olfactomètre un mélange d'air et de gaz comme l'acide carbonique qu'il est facile de doser et dont la densité, comme celle des vapeurs odorantes, est plus grande que celle de l'air, et cherchons à déterminer le volume très petit d'acide carbonique absorbé à chaque inspiration. Soient V le volume du tube, V_α le volume d'air introduit dans le tube, V_γ le volume de CO^2 ajouté, V'_α le volume de l'air, V'_γ le volume de CO^2 qui restent dans le tube après les inspirations, on a :

$$V = V_\alpha + V_\gamma = V'_\alpha + V'_\gamma.$$

Soient v le volume du mélange d'air et d'acide carbonique, v_γ le volume de CO^2 absorbés à chaque inspiration, n le nombre des inspirations, on peut poser avec une approximation permise puisque V_γ change très peu,

$$nv_\gamma = V_\gamma - V'_\gamma$$

et comme l'expérience a montré que V'_γ est peu différent de V_γ, on peut adopter pour le rapport $\frac{v}{v_\gamma}$ la moyenne $\frac{2V}{V_\gamma + V'_\gamma}$;

d'où
$$\frac{v}{V} = \frac{2(V_\gamma - V'_\gamma)}{n(V_\gamma + V'_\gamma)}.$$

Pour $V = 51^{cmc}$, $V_\gamma = 19^{cmc}$ et $n = 9$ inspirations moyennes, l'expérience a donné V'_γ en moyenne $= 16^{cmc}25$. Si on admet que le volume v_o de gaz odorant absorbé à chaque inspiration dans l'olfactomètre est dans les limites étroites des volumes considérés proportionnel à l'espace parfumé V_o, on peut poser $\frac{v_o}{V_o} = \frac{v}{V} = 0{,}0173$. Nous désignerons par r ce rapport.

5. — Connaissant l'intensité de l'inspiration du sujet dans l'expérience précédente, il serait facile de calculer v pour tout autre sujet dont on connaîtrait par le pneumographe la dilatation thoracique. Soit v' la valeur de v pour un autre sujet. Assimilons le thorax à un cylindre C dont la hauteur est invariable, la base seule variant, on a pour le sujet quand il ne respire pas :

$$C = h\pi R^2$$

et pour le même sujet, quand il respire,

$$C_1 = h\pi R_1^2$$

d'où

$$C_1 - C = \pi h(R_1^2 - R^2)$$

ou en posant $R_1 = R + \rho$ et en remarquant que ρ est petit

$$C_1 - C = \pi h R \rho.$$

Mais v est évidemment proportionnel à $C_1 - C$; donc $v = K\pi h R\rho$, K étant le même pour tous les hommes. On voit facilement que appelant S la dilatation du caoutchouc, qui entoure le thorax, on a $S = 2\pi\rho$; or l'arc α décrit par le stylet est proportionnel à S; on peut donc poser $\rho = \mu\alpha$, d'où

$$v = K\pi h R\mu\alpha$$

$$v' = K\pi h R'\mu\alpha'$$

$$\frac{v}{v'} = \frac{R\alpha}{R'\alpha'}.$$

6. — Déterminons maintenant le poids absorbé par les narines et qui concourt au minimum perceptible. Soient P_o le poids de vapeur qui a passé du réservoir dans le tube, p le poids de parfum absorbé, P le poids de parfum restant, r le rapport du poids de parfum absorbé à chaque inspiration au poids total ($r = 0{,}0173$, d'après l'expérience précitée), on a à chaque instant, R étant le rayon du tube de papier, z la hauteur découverte, a la vitesse constante de soulèvement, t le temps de soulèvement

$$dP = \frac{2\pi RQ'z\,dz}{a} - dp.$$

Mais

$$p = P_o r\,;$$

si on appelle τ la durée totale d'une inspiration et d'une expiration consécutives, on peut poser

$$\frac{dp}{p} = \frac{dt}{\tau}$$

d'où, puisque $z = at$:

$$dp = \frac{P_o r dz}{a\tau}$$

et, par conséquent,

(1) $$dP = dP_o - \frac{P_o r dz}{a\tau}.$$

Cette équation, qu'on pourrait intégrer rigoureusement, peut s'intégrer avec une approximation suffisante en intégrant le premier terme, en substituant dans le deuxième la valeur trouvée et en intégrant le deuxième. L'intégration donne

(2) $$P_o = \frac{\pi R Q' z^2}{a} = \pi R Q' z t.$$

Substituons cette valeur de P_o dans le deuxième terme de l'équation (1), il vient

$$dP = \frac{2\pi R Q' z dz}{a} - \frac{\pi R Q' r z^2 dz}{a^2\tau}$$

d'où

(3) $$P = \frac{\pi R Q' z^2}{a} - \frac{\pi R Q' r z^3}{3a^2\tau}$$

et par conséquent

(4) $$p = \frac{P_o z r}{2a\tau} = \frac{P_o t r}{3\tau} = \frac{P_o n r}{3}.$$

J'ai ainsi calculé pour les odeurs suivantes, en millièmes de milligrammes, à la température de 11°, les valeurs de p étudiées sur moi-même :

Ylang-ylang	0,331006	Winter-green	12,22
Menthe	37,9	Lavande	1343,1

Pour les odeurs dont on connaîtrait F à toutes températures, il serait facile de calculer également p à toutes températures.

En réalité, r n'est pas constant pour un même sujet et varie avec l'odeur. De même que l'on a, en désignant par r' la valeur de r pour un autre sujet,

$$r' = r\frac{R'\alpha'}{R\alpha}$$

on a, en désignant par r_1 le coefficient d'inspiration correspondant à une autre odeur, par α_1 l'intensité respiratoire corrélative :

$$r_1 = r\frac{\alpha_1}{\alpha}.$$

C'est ainsi que j'ai obtenu sur moi les coefficients d'inspiration sui-

vants : pour l'ylang-ylang, 0,01517; pour le winter-green, 0,01172; ce qui réduit aux valeurs 0,29028 et 8,271 les valeurs de p indiquées ci-dessus.

Les formules qui donnent P_o et p supposent que la pression f de la vapeur passée dans le tube est négligeable et par conséquent que le poids final est faible par rapport au poids qui saturerait l'espace. C'est ce qui n'arrive pas chaque fois que l'expérience est un peu longue. Le calcul rigoureux est facile, mais il exige alors (*) la connaissance de la tension maximum et de la densité des vapeurs odorantes.

Je poursuis en ce moment, par des méthodes indirectes, la détermination de la densité des vapeurs des corps odorants, composés en général complexes auxquels les méthodes classiques sont évidemment inapplicables.

M. LEVAT

Ancien Élève de l'École Polytechnique, Chimistes à Aix-en-Provence.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES MOUVEMENTS GIRATOIRES DU CAMPHRE DES LAURINÉES A LA SURFACE DES LIQUIDES

— Séance du 18 septembre 1891 —

« *Le camphre est très peu soluble dans l'eau qui en dissout un millième de son poids. Projeté en menus fragments à la surface de ce liquide, il y exécute des mouvements giratoires : sa densité à 0° est égale à 1 ; à 10°, elle est de 0,992...* »

(Würtz. — *Chimie médicale*, t. II, p. 621.)

J'ai voulu soumettre à une méthode rigoureuse d'expérimentation ces mouvements giratoires signalés par Würtz.

Mes expériences ont porté sur des lames très minces de camphre des Laurinées dextrogyre (camphre droit), sur des cubes de 1 centimètre de côté, sur des sphéroïdes de 1 centimètre de diamètre.

Voici les résultats obtenus à la surface de quelques liquides au moins aussi denses que l'eau, sans quoi le camphre irait au fond :

1° Eau distillée à 15° centigrades :

Le camphre des Laurinées (camphre droit) projeté à l'état laminaire,

(*) Voir les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 6 juin 1891.

en râpures, à la surface de cette eau, exécute soudainement des mouvements giratoires très prononcés et très rapides.

La vitesse angulaire de ces mouvements croît avec la minceur de la lame et la ténuité de la râpure. Des lames de un quart de millimètre d'épaisseur et d'une largeur de 1 millimètre tournent avec une vitesse vertigineuse.

La surface de l'eau prend l'aspect d'une véritable fourmilière. Les mouvements prennent rapidement l'allure de ceux des corps électrisés : certains morceaux se rapprochent, puis s'éloignent avec des voltes et des demi-voltes, analogues à celles des fourmis rencontrant un obstacle.

D'autres se collent, se glomèrent; d'autres, plus petits, sont traînés à la remorque d'autres plus gros.

Les gros morceaux cubiques ou sphéroïdaux nagent lentement dans le liquide, en tournant très lentement autour de leurs axes.

Quelques morceaux se rapprochent, puis s'éloignent sans se toucher.

Au bout de 4 à 5 minutes, les mouvements s'apaisent : les gros morceaux se réunissent au bord du vase. Les petits morceaux s'accolent et prennent la forme de vastes îlots découpés en mille fjords, dont le profil persiste indéfiniment, vu la cessation complète des mouvements giratoires.

Dans l'eau à 35° centigrades, les lames flottantes de camphre droit ne donnent aucun signe de motilité.

2° Eau de fontaine, — eau de puits :

Mouvements sensiblement plus lents que dans l'eau pure, se ralentissant plus tôt.

3° Eau thermale sextienne d'Aix à 28° centigrades :

Mouvements un peu plus lents que dans l'eau distillée froide, s'éteignant plus vite.

4° Glycérine : Néant.

5° Sulfure de carbone :

Mouvements très rapidement apaisés.

6° Acide sulfurique concentré : Néant.

7° Lait : Néant.

8° Eau salée à 10 0/0 (densité : 1,085) :

Mouvements isolés de translation rectiligne assez rapides et de rotation lente.

9° Eau sucrée à 10 0/0 : Néant.

10° Vin rouge :

Mouvements rapides de translation rectiligne. Mouvements plus lents de rotation que dans l'eau.

11° Eau rougie : Néant.

12° Bière : Néant.

13° Mercure : Néant.

Toutes réserves faites, l'on peut dire *a priori* que le camphre droit étant isodense à l'eau, sa projection en menus fragments sur ce liquide doit donner lieu à des mouvements de rotation comparables à ceux du ludion au point mort.

Nous avons remarqué que, dans certaines limites, la vitesse angulaire de giration décroissait avec la tension superficielle. Dans le sulfure de carbone dont la tension superficielle est 3,52, le mouvement giratoire est environ deux fois plus lent que dans l'eau dont la tension superficielle est 7,5.

Ce qui le prouve encore, c'est que dans l'eau chaude, dont la tension superficielle a considérablement décru, les couples de rotation sont nuls.

L'immersion dans le liquide d'essai d'un bâton de verre ou d'un bâton de résine électrisé, l'approche de corps légers électrisés, l'électrisation préalable des camphres immergés ne nous ont donné aucun résultat concluant ou digne d'être enregistré.

Mais le fait suivant jette, selon nous, un jour éclatant sur cette question délicate.

Les râpures détachées d'un bloc de camphre préalablement chauffé tournent beaucoup plus vite dans l'eau froide à 12°,5 que celles provenant d'un grumeau de camphre laissé à la température ordinaire.

La différence de température $T - \Theta$ du camphre immergé et de l'eau ambiante influe donc beaucoup sur le phénomène.

Enfin, voici un fait des plus curieux que j'ai expérimenté à plusieurs reprises.

Au moment où les mouvements giratoires ont atteint leur paroxysme, on plonge dans l'eau du vase une aiguille trempée dans l'huile. L'huile s'étale, les lames de camphre sont refoulées vers les bords, et les mouvements s'arrêtent instantanément.

J'en conclus que les girations observées, provoquées peut-être par ce fait spécial, à savoir que : la densité du camphre égale celle de l'eau, proviennent avant tout d'une véritable trempe du camphre; que, le poids spécifique du camphre étant très voisin de celui de l'eau, le morceau immergé étant, *ipso facto*, soustrait à l'action de la pesanteur, doit obéir plus facilement aux actions moléculaires; que le noyau camphré se rétracte dans l'eau froide, ce qui, modifiant les surfaces de contact et le volume immergé, doit amener avec les composantes de la tension superficielle et de la capillarité, des couples de rotation affectant les camphres laminaires.

Que, le moment de ces couples étant très faible, les mouvements imprimés par eux sont beaucoup plus sensibles sur les lames minces que sur les gros morceaux.

Que les frottements engendrés par la révolution rapide doivent électriser certains morceaux et donner lieu aux effets attractifs et répulsifs rigoureusement constatés.

Qu'enfin la chute de température de trempe étant plus considérable lorsque le noyau est chauffé avant l'immersion, les forces occasionnées s'intensifient, vu la plus grande rétraction du noyau.

Que la viscosité et la masse du liquide ambiant paralysent le mouvement. (Glycérine — Mercure)

Qu'enfin, toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse de giration est fonction de la tension superficielle du liquide ambiant τ et de la chute de température $T - \Theta$.

$$W = \Psi\ (\tau,\ T - \Theta).$$

M. G. HALPHEN

Chimiste au Ministère du Commerce, à Paris.

SUR L'ABSORPTION DU BROME PAR LES CORPS GRAS

— Séance du 18 septembre 1891 —

Lorsque, dans un même dissolvant inactif, on introduit simultanément des acides gras et du brome libre, puis qu'on abandonne le tout, une certaine quantité de brome se fixe, notamment sur les acides appartenant à la série oléique.

Au Congrès international de chimie de 1889, j'ai exposé un procédé permettant de tirer parti de cette action dans l'analyse des corps gras, procédé qui excluait en partie les causes d'erreur que présentait le procédé Levallois, mais dont les résultats exprimaient, non pas le brome fixé, mais un nombre empirique, fixe, pour chacun des acides gras essayés, et que j'appelle indice brome-soude.

Depuis cette époque, j'ai un peu modifié ce mode d'essai, afin d'éviter l'emploi d'eau bromée, peu agréable à manipuler; j'ai de plus complété le procédé par la détermination d'une nouvelle donnée que je désigne sous le nom d'indice brome-zinc.

La comparaison des indices brome-soude et brome-zinc me paraissant susceptible de fournir d'importantes données analytiques, je vais décrire le moyen de les déterminer. J'y ajouterai le tableau de ces déterminations faites sur un certain nombre d'huiles, et qui sont dues en partie

à M. Bouclier, ingénieur des Arts et Manufactures, qui a bien voulu me prêter son concours pour cette partie expérimentale.

Malheureusement, les nombres obtenus se rapportent à des huiles n'ayant aucun caractère d'authenticité, la plupart fort anciennes, et si je me décide à les publier, ce n'est pas pour donner des nombres pouvant servir de base aux analystes, mais bien plutôt pour montrer le parti que l'on peut tirer de la détermination et de la comparaison des indices brome-zinc et brome-soude.

MODE OPÉRATOIRE

On saponifie l'huile à essayer, et on décompose le savon obtenu par un léger excès d'acide sulfurique au dixième, puis on chauffe jusqu'à ce que la couche huileuse soit parfaitement claire. On lave plusieurs fois les acides gras en les agitant avec de l'eau distillée bouillante: Par addition d'eau, on fait monter les acides gras à la partie supérieure d'un ballon à col étroit, et au moyen d'un tube effilé, on prélève environ 2 c. c. des acides gras fondus, et on les fait couler dans une petite nacelle en verre, préalablement tarée à la balance de précision, de façon à peser exactement un gramme de matière.

On abandonne la nacelle à elle-même, ce qui permet aux acides gras de se solidifier, et, pendant ce temps, on introduit dans un flacon ordinaire, pouvant se fermer par un bon bouchon de liège, du sulfure de carbone et une quantité connue de brome, ce qui peut se faire de deux façons; ou bien (c'est le procédé employé pour les déterminations que j'ai faites) on introduit 30 c. c. de sulfure de carbone, 60 c. c. d'acide sulfurique normal et 60 c. c. d'une solution d'hypobromite de soude, renfermant à peu près 30 grammes de brome par litre et un équivalent de soude libre ou combinée; ou bien (et ce moyen est plus rapide) on introduit exactement 30 c. c. de sulfure de carbone renfermant environ 60 grammes de brome par litre; puis par-dessus 120 c. c. d'eau.

Que l'on ait agi de l'une ou de l'autre façon, on introduit maintenant la nacelle de verre et son contenu dans le flacon que l'on bouche, et que l'on agite quelques instants de façon à dissoudre les acides gras.

On prépare de la même façon un témoin dans lequel on n'introduit pas de corps gras, et on abandonne le tout au moins douze heures.

Au bout de ce temps, la réaction paraît complète, car elle reste nulle même vingt-quatre heures après.

On procède alors à la détermination soit de l'indice brome-soude, soit de l'indice brome-zinc.

DÉTERMINATION DE L'INDICE BROME-ZINC

On introduit dans les deux flacons, préparés comme il vient d'être dit, du zinc en copeaux; on agite à plusieurs reprises et on laisse reposer une heure ou deux, en remuant de temps à autre. On décante et on filtre la couche aqueuse, puis on en prélève 30 c. c. auxquels on ajoute du chromate de potasse, et dans lesquels on dose le brome au moyen d'une solution d'azotate d'argent correspondant à 10 ou 13 grammes de brome

par litre. On note le nombre N de c. c. employés pour le témoin, et le nombre n employé pour l'essai.

En posant ensuite la proportion :

$$\frac{100}{N} = \frac{x}{n} \quad \text{on trouve} \quad x = \frac{100\,n}{N}$$

x représente l'indice brome-zinc.

DÉTERMINATION DE L'INDICE BROME-SOUDE

Au lieu d'introduire du zinc en copeaux dans les essais préparés comme il a été dit, on y ajoute peu à peu une solution de soude à 20 grammes d'hydroxyle par litre. Après chaque addition, on ferme le flacon et on le secoue fortement jusqu'à ce que le liquide ne soit plus que faiblement coloré en jaune. On ajoute alors 2 c.c. d'une solution aqueuse d'éosine extra à 1 0/0, on ferme le flacon, on agite à nouveau et on continue goutte à goutte les additions de soude jusqu'à virage au rose.

On note le nombre M de c. c. de soude employés pour le témoin, et le nombre m employés pour l'essai.

En posant ensuite la proportion :

$$\frac{100}{M} = \frac{y}{m} \quad \text{on en déduit } y,$$

y est l'indice brome-soude.

Le tableau suivant résume nos résultats :

NATURE DE L'HUILE	INDICE brome-zinc $\overline{x}$	INDICE brome-soude $\overline{y}$
Huile de cheval, 1887	92,27	93,82
— de cameline de France extraite à chaud 1884, huileries E. May	84,56	51,55
— d'olive, 1887	74,77	74,23
— d'olive autre, 1890	75,53	75,49
— de ricin, de seconde pression, 1887, donnée par M. Duclos	73,58	62,89
— de lin de Bombay, extraite à chaud, 1884, huileries E. May	70,32	39,17
— d'arachide, 1887	69,43	65,98
— de coton de Chine, 1887	69,15	63,92
— de colza, 1887	68,24	72,17
— de maïs, 1887	67,65	62,89
— de riz, à clair, 1887	65,87	64,95
— de coton, 1887	64,98	61,86
— de ravison, 1887	63,79	59,76
— d'œillette	58,40	56,86

NOTA. — Ces nombres ne concordent pas avec ceux que l'on obtient lorsque au lieu d'employer l'hypobromite, on emploie le sulfure de carbone bromé.

M. A. BERG

Professeur suppléant à l'École de Médecine de Marseille.

SUR LES ACIDE ISOBUTYLAMIDOACÉTIQUES

— Séance du 19 septembre 1891 —

J'ai préparé les acides isobutyl et diisobutylamidoacétiques par la méthode synthétique générale qui permet d'obtenir les homologues du glycocolle : action d'une ammoniaque composée sur le dérivé monobromé d'un acide gras.

Dans cette préparation, j'ai suivi le mode opératoire employé par M. Duvillier qui a fait connaître un grand nombre de ces composés.

Pour obtenir le premier de ces acides, je chauffe en matras scellé à 100-105° une molécule d'acide monobromacétique et trois molécules d'isobutylamine en solution aqueuse moyennement étendue. Le contenu du matras est ensuite distillé avec la quantité de baryte correspondante au déplacement de deux molécules de base. L'amine qui est passée en combinaison avec l'acide bromhydrique et l'acide amidé suivant l'équation :

$$CH^2Br - CoOH + 3AzH^2(C^4H^9) = AzH^2(C^4H^9)HBr + CH^2Az\,H(C^4H^9) - CoOH.\,AzH^2(C^4H^9)$$

est ainsi retrouvée.

Je précipite ensuite la baryte exactement par l'acide sulfurique, puis j'agite avec l'oxyde d'argent pour enlever l'acide bromhydrique et enfin je fais passer un courant d'hydrogène sulfuré pour précipiter l'argent dissous.

En évaporant à sec au bain-marie et reprenant par l'alcool, on a une solution qui laisse précipiter la majeure partie de l'acide amidé par l'addition d'éther. Pour séparer le reste de ce corps, le meilleur moyen consiste à en faire le sel de cuivre qui est très peu soluble. A cet effet, on ajoute au liquide, préalablement distillé pour chasser l'alcool et l'éther et repris par l'eau, du sulfate de cuivre et la quantité exacte de baryte pour précipiter l'acide sulfurique du sulfate. Il se forme une liqueur bleue qui, par évaporation, laisse cristalliser le sel de cuivre. Il est nécessaire d'épuiser longuement à l'eau chaude le précipité de sulfate de baryte et d'oxyde de cuivre, afin de le priver de la totalité de ce sel.

L'acide amidé obtenu par précipitation par l'éther de sa solution alcoolique est en paillettes blanches nacrées. Il est très soluble dans l'eau, moins dans l'alcool. Comme le glycocolle, il s'unit aux bases et aux acides.

Son chlorhydrate soluble dans l'eau cristallise en lames carrées, minces, micacées.

Son chloroplatinate, quoique très soluble dans l'eau, cristallise admirablement en gros cristaux rouge rubis. Il contient deux molécules d'eau de cristallisation.

Si on emploie dans la préparation de ce sel un excès d'acide chlorhydrique, il se dépose d'abord par évaporation lente du chlorhydrate de l'acide amidé. Ce fait s'explique par le déplacement de l'acide chloroplatinique par l'acide chlorhydrique en excès. Ce qui montre qu'il en est ainsi, et que l'on ne peut point attribuer ce fait à l'action décomposante de l'eau sur le chloroplatinate, c'est qu'en redissolvant le chloroplatinate dans l'eau et laissant évaporer, il se dépose intact, tandis qu'il se forme du chlorhydrate si on additionne préalablement la solution d'acide chlorhydrique.

Le chloraurate est incristallisable.

Le sel de cuivre se présente en petites aiguilles bleu d'outremer, groupées en faisceaux. Il contient deux molécules d'eau, qu'il perd à 110° en devenant bleu lilas. Un litre d'eau à 15° n'en dissout que $2^{gr},17$.

Acide diisobutylamidoacétique:

Il se prépare comme le précédent en employant l'alcool comme dissolvant, la diisobutylamine étant insoluble dans l'eau. Il est indispensable pour le retirer du produit de la réaction de passer par son sel de cuivre. Les rendements sont mauvais.

Cet acide est très soluble dans l'eau et l'alcool.

Son sel de cuivre est en paillettes bleu outremer peu solubles dans l'eau.

Lorsqu'on soumet sa solution à l'ébullition, il subit un commencement de réduction et dépose un peu d'oxyde cuivreux.

M. H. BRUGUIÈRE

Président de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

CURIEUSE OBSERVATION D'AÉROLITHE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Le 26 septembre 1886, notre collègue, M. Auguste Desouches, étant à la chasse, près de la gare de la Calade, aux environs d'Aix en Provence, cueillit à une treille chargée de beaux raisins, dits *panses-muscades*, une grappe située à 1m,50 environ du sol.

Son attention fut attirée par un grain sur lequel était une tache noirâtre qui ressemblait, de prime abord, à un excrément d'oiseau. L'ayant examiné, il reconnut que cette apparence était causée par une pierre qui avait pénétré dans le grain, dont la pulpe l'avait recouverte.

Au moment où le grain de raisin a été cueilli, les lèvres de sa blessure étaient fraîches : fait qui semble indiquer que la pénétration de la pierre a eu lieu la veille ou le jour même. Elle est entrée, en la déchirant, par la partie supérieure du grain et s'est logée dans la partie inférieure, arrêtée contre les pépins qu'elle a cependant repoussés.

M. le professeur Marion, à qui nous avons montré cette curieuse trouvaille, partage notre opinion sur sa nature : c'est certainement une pierre tombée du ciel, un aréolithe...

Malgré son volume, d'environ un demi-centimètre cube, ce météorite ne pèse que cinq décigrammes, sa composition n'est donc point ferrugineuse ; il n'a d'ailleurs aucune influence sur l'aiguille aimantée.

Sa forme est très irrégulière, sa couleur brun foncé, sa surface rugueuse ; son aspect semble devoir le rattacher à une origine ignée.

Vu la légèreté de cet aérolithe et la dureté de l'enveloppe extérieure des grains de raisin, on ne peut admettre qu'il ait été lancé par une main humaine ; car, dans ce cas, il aurait glissé sur la surface résistante du grain et serait tombé sur le sol.

Nous pouvons donc affirmer, eu égard à la force de projection considérable qu'a nécessité la pénétration de cette pierre, que nous sommes véritablement en présence d'un aérolithe.

Notre collègue, M. Desouches, a fait preuve d'une rare perspicacité en remarquant cet intéressant phénomène. Pour un vestige des autres mondes,

arrivant sur la terre, un logis aussi bizarre était vraiment digne d'être signalé.

Nous avons conservé dans de l'alcool le grain de raisin, qui porte encore très visiblement la déchirure produite par la chute de l'aérolithe, que nous sommes heureux de faire passer sous les yeux de la Section ainsi que l'aérolithe.

M. J. LÉOTARD

Secrétaire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

REMARQUES SUR LA TEMPÉRATURE A MARSEILLE

— Séance du 21 septembre 1891 —

Il n'est pas douteux que la France et l'Europe presque tout entière, surtout dans sa région occidentale, traversent actuellement une période froide : la température demeure depuis 1887, et même depuis 1885 dans certaines contrées, notablement au-dessous de la normale, et cette infériorité se trouve répartie sur à peu près tous les mois.

A Marseille notamment, le phénomène est bien visible dans les observations météorologiques faites au grand Observatoire de Longchamp. La normale ou moyenne générale annuelle de la température depuis soixante-sept ans (de 1823 à 1889) étant de 14°,2, celle de 1890 lui est inférieure de 0°,7, celles de 1889 et 1888 de 0°,8, et celle de 1887 de 1°,1, mais celle de 1886 est égale à la normale.

A ce propos, il est une remarque que je désire faire spécialement au Congrès. La moyenne des minima en 1890 est seulement de 7°,65, tandis que leur normale s'élève à 9°,66 ; au contraire, la moyenne des maxima atteint 19°,37, leur normale n'étant que de 18°,75.

Plus encore qu'en 1889, 1888 et 1887, où le même fait s'est déjà produit, c'est donc la faiblesse des minima, soit une grande abondance de basses températures nocturnes, qui cause l'abaissement de la moyenne générale annuelle, car toutes les moyennes mensuelles des minima sont inférieures à leur normale, alors que, d'autre part, la température du milieu du jour est généralement supérieure à sa normale.

Assurément, notre climat méditerranéen, au ciel généralement très pur, est de ceux où l'écart entre le minimum et le maximum est considérable ; cependant, il semble que depuis ces dernières années le rayon-

nement nocturne a beaucoup augmenté, puisque l'écart normal annuel étant de 9°, nous avons un écart de 11°,7 en 1891 ; ce sont naturellement les mois d'été qui ont les plus grands écarts, celui de juin s'élevant à 13° en moyenne, pour une normale de 10° seulement.

Il est assez curieux de constater cet abaissement particulièrement intense et anormal de la température pendant la nuit, dont la cause précise n'est pas apparente.

M. G.-J. SYMONS

Membre de la Société royale de Londres.

QUANTITÉ D'EAU TOMBÉE SUR LA COTE DES ALPES-MARITIMES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Je désire, au commencement de ce travail, indiquer les sources auxquelles j'ai puisé mes informations. Ce sont d'abord un rapport manuscrit de lord Brougham, embrassant une période de vingt-quatre ans à Cannes, et un relevé du Dr de Valcourt, de Cannes, pour un laps de temps à peu près égal. Je me suis également servi des tables du profes seur Raulin, de celles du Bureau central météorologique et de tous les travaux que j'ai pu me procurer, relativement au climat de la contrée.

Il sera bon de considérer la quantité d'eau tombée dans les différentes unités de temps : heures, jours, mois, saisons et années.

QUANTITÉ TOMBÉE PAR HEURE

Je n'ai obtenu que peu de renseignements sur ce point. Le système de pluviomètre employé en Angleterre sous le nom de « Pluviomètre d'orage » ne se rencontre pas sur le continent, et le pluviomètre enregistreur de Richard frères n'est pas encore, je crois, parvenu jusqu'à la Riviera. Feu lord Brougham m'a dit qu'il avait pu un jour mesurer 25 millimètres en vingt minutes. Le 27 octobre 1882, on mesura à Cannes 114 millimètres en neuf heures et demie, à la villa Louisa-Éléonore ; le même jour, le Dr de Valcourt mesura à la villa Clara, située également à Cannes, 137 millimètres de pluie en trois heures.

QUANTITÉ TOMBÉE PAR JOUR

Le relevé quotidien fait à Cannes par lord Brougham montre que la quantité d'eau tombée atteindra probablement 90 millimètres pour un jour de chaque année ; elle s'est élevée pour un jour à 147 millimètres en 1888, et à 157 millimètres pour un autre jour en 1866.

Dans le rapport conservé à Cannes par les Ponts et Chaussées, la plus grande quantité de pluie tombée, dans un jour, paraît un peu inférieure : environ 80 millimètres ; mais on y trouve aussi 139 millimètres pour un jour, dans l'année 1882.

Au phare d'Antibes, on a mesuré 127 millimètres pour un jour, dans chacune des deux années 1882 et 1886.

On trouve aussi des pluies abondantes à Nice ; en octobre 1882, deux jours ont donné : l'un, le 12, 131 millimètres, et l'autre, le 28, 145 millimètres.

A Villefranche, la plus grande quantité de pluie par jour est moindre, étant habituellement de 50 millimètres ; mais on a remarqué néanmoins 122 millimètres pour un jour en 1882.

Il en ressort, comme conclusion, que la quantité ordinaire des pluies pour le jour le plus humide de l'année, dans cette contrée se monte à environ 65 millimètres ; mais, en quelques cas exceptionnels, cette quantité atteint le double en vingt-quatre heures.

QUANTITÉ TOMBÉE PAR MOIS

Le résultat est le même à toutes les stations où on a continué les

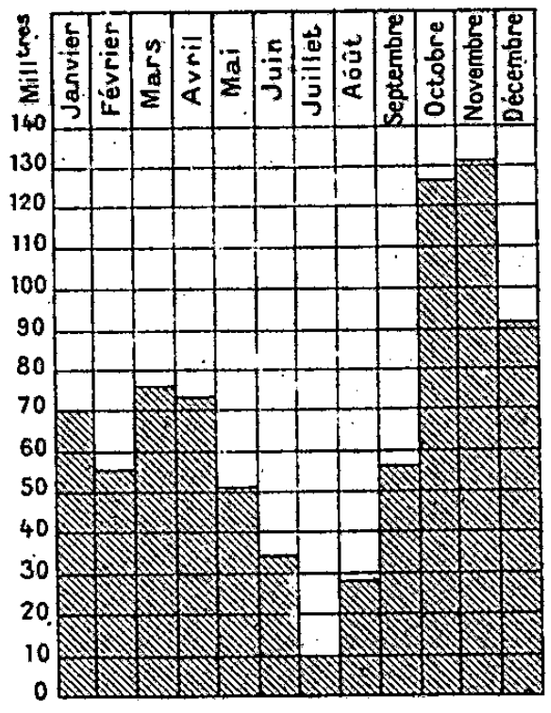


Fig. 1.

observations assez longtemps pour pouvoir en tirer des conclusions dignes de confiance.

D'après le relevé de lord Brougham, pour une période de vingt-quatre ans, de 1865 à 1888, les quantités moyennes par mois sont les suivantes :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
71	55	77	74	51	34
Juillet	**Août**	**Septembre**	**Octobre**	**Novembre**	**Décembre**
10	28	57	128	133	92

Ces chiffres se trouvent sur le diagramme 1 et n'ont pas besoin de commentaires.

QUANTITÉ TOMBÉE PAR SAISON

Cette quantité est également uniforme pour toute la côte.

Les chiffres précédents, groupés par saison, donnent :

Hiver	Printemps	Été	Automne
218	202	72	318

Ils se trouvent sur le diagramme 2.

QUANTITÉ TOMBÉE PAR ANNÉE

Dans la table ci-jointe, je donne tous les totaux annuels que j'ai pu me procurer pour les années comprises entre 1865 et 1888. Il faut

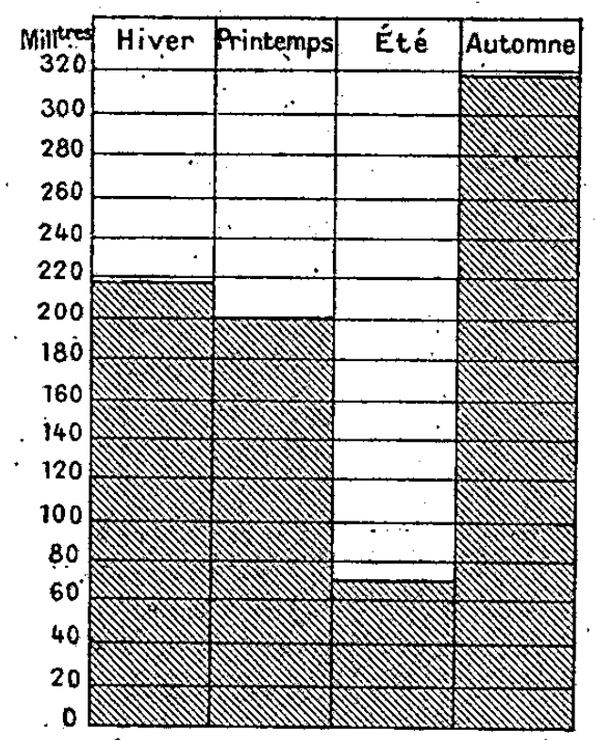


Fig. 2.

examiner ces chiffres à deux points de vue absolument différents : 1° moyenne annuelle de l'épaisseur de la couche d'eau tombée à chaque endroit ; 2° variation dans la quantité ou influence que la quantité d'eau tombée dans les années les plus humides et les plus sèches exerce sur la moyenne d'une longue période.

Les relevés portant sur des laps de temps d'étendue différente, et sur différents groupes d'années, les moyennes arithmétiques ne peuvent pas toujours faire foi. C'est pourquoi j'ai ajouté au bas de la table les moyennes rectifiées avec les différences obtenues des stations voisines, et ces chiffres sont, à mon avis, aussi rapprochés que possible de la vérité.

On remarquera que, dans quelques cas, il y a plus de différence entre deux rapports d'une même ville, qu'entre ceux de deux villes différentes. Cependant, je crois qu'il est prouvé que le long de la côte la moyenne est un peu au-dessous de 800 millimètres, qu'elle atteint probablement 900 millimètres à Fréjus, tandis qu'à Villefranche elle ne monte guère au-dessus de 700 millimètres. La quantité relativement faible mesurée à l'Observatoire de Nice est due, sans aucun doute, à la situation du pluviomètre qui est placé près du sommet de la montagne.

On ne pourrait déterminer exactement les fluctuations auxquelles est soumise la quantité totale annuelle des pluies qu'au moyen d'une longue suite d'observations. Il est évident que l'année 1872 a été la plus humide des vingt-quatre années ci-dessus mentionnées; elle a donné en excès, sur la moyenne, les chiffres suivants :

Cannes. — Villa Louisa-Éléonore.	86 0/0
Cannes. — Villa Clara	109 —
Nice. — (M. Teysseire)	76 —

D'un autre côté, 1875, 1877 et 1884 ont été des années sèches et ont été au-dessous de la moyenne dans les proportions suivantes :

	CANNES			ANTIBES	
	Villa Louisa-Éléonore	Villa Clara	Ponts et Chaussées		
	—	—	—	—	
1875. . .	42	33	—	—	0/0
1877. . .	35	46	—	15	—
1884. . .	36	36	34	41	—

	NICE		VILLEFRANCHE	
	École Normale	M. Teysseire		
	—	—	—	
1875. . .	—	42	—	0/0
1877. . .	15	—	—	—
1884. . .	38	—	51	—

Il ressort de ce qui précède que la quantité d'eau tombée dans une année très sèche peut n'atteindre que la moitié de la moyenne, et, au contraire, dans une année humide, s'élever au double, ou environ, de cette moyenne, de sorte que les pluies dans une année très humide équivaudront à quatre fois celles d'une année très sèche.

QUANTITÉ DE PLUIE TOMBÉE PAR ANNÉE (1865-88)

	FRÉJUS	CANNES					ANTIBES	NICE				Ville-franche	MONACO
		Villa Louisa-Eléonore	Villa Clara	Ponts et Chaussées		M. Reynaud	La Garoupe	École Normale	M. Teysseire	Observatoire	Port		
ALTITUDE	20	»	33	5	3	16	81	18	»	340	10	63	»
	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
1865	»	766	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1866	»	809	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1867	»	747	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1868	»	817	902	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1869	»	628	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1870	»	722	826	»	»	»	»	»	872	»	»	»	»
1871	»	853	915	»	»	»	»	»	806	»	»	»	»
1872	»	1509	1679	»	»	»	»	»	1384	»	»	»	»
1873	»	794	775	»	»	»	»	»	796	»	»	»	»
1874	»	594	657	»	»	»	»	»	619	»	»	»	»
1875	»	472	544	»	»	»	»	»	453	»	»	»	»
1876	»	692	701	»	»	»	»	»	748	»	»	»	»
1877	»	523	442	»	543	»	637	697	»	»	»	745	»
1878	»	585	614	»	»	»	667	840	»	»	»	815	»
1879	»	1122	1006	»	»	»	988	913	»	»	»	864	»
1880	»	666	629	660	»	»	568	640	»	»	597	559	659
1881	»	895	814	817	»	»	819	812	»	»	»	783	»
1882	»	802	661	661	»	»	681	913	»	»	»	688	»
1883	»	949	800	902	»	802	751	852	»	482	»	702	»
1884	»	521	515	518	»	476	441	514	»	454	»	344	»
1885	»	822	875	886	»	»	813	898	»	844	»	707	»
1886	»	886	916	882	»	»	918	851	»	868	»	783	»
1887	932	909	793	752	»	»	757	859	»	475	»	559	»
1888	»	1356	1088	1089	»	»	837	»	»	1073	»	754	»
Moyennes arithmétiques . . .	»	810	808	796	»	»	740	799	811	699	»	692	»
Nombre d'années.		24	20	9	»	»	12	11	7	6	»	12	»
Moyennes rectifiées	(910)	810	808	780	»	»	750	815	790	710	»	700	»

M. Lawrence ROTCH

Directeur de l'Observatoire météorologique de Blue-Hill (États-Unis).

SUR LA MESURE DES HAUTEURS ET DES VITESSES DES NUAGES A L'OBSERVATOIRE DE BLUE-HILL (ÉTATS-UNIS)

— Séance du 23 septembre 1891 —

On admet partout l'importance de la connaissance des hauteurs et des vitesses des nuages pour le progrès de la météorologie, et au Congrès international qui se tenait le mois dernier à Munich, une Commission, formée par les soins de M. Hildebrandsson, a été chargée de faire des démarches pour établir sur le globe des stations semblables à celle d'Upsal, pour la mesure des nuages.

Il y a un an et demi qu'on a commencé ces observations à Blue-Hill, qui sont faites à deux stations éloignées l'une de l'autre de 1.178 mètres et reliées par le téléphone. Elles sont munies de deux théodolites d'un modèle spécial imaginé par M. Mohn, de Christiania, pour la mesure de l'aurore boréale. Les deux observateurs s'entendent à travers le téléphone sur le point du nuage que l'on doit mesurer, et ils lisent sur les cercles des théodolites les azimuths et les altitudes de ce point.

Pour avoir de la précision dans ces mesures, on a étudié à fond les erreurs des théodolites, et on a appliqué les corrections instrumentales aux observations. Toutes ont été calculées graphiquement à l'aide d'une machine ayant des cercles d'azimuth et d'altitude et des fils représentant les lignes de visée. Quand ces lignes ne coïncidaient pas en un point ou ne passaient pas l'une près de l'autre, on n'a pas calculé les observations par la formule de MM. Ekholm et Hagström, et par cette critique on a éliminé un cinquième des observations. Pour les nuages inférieurs, on peut employer seule la méthode graphique.

Selon les formules de MM. Ekholm et Hagström, on peut calculer l'erreur moyenne de chaque hauteur, et selon nos observations répétées sur les mêmes nuages, les erreurs moyennes étaient rarement au-dessus de 10 0/0 de la hauteur et s'élevaient ordinairement à 3 0/0.

En outre des théodolites, on a employé trois autres procédés pour la mesure des nuages à Blue-Hill :

1° Les bases des nuages inférieurs sont fréquemment au-dessous de la cime de la montagne, de façon qu'on peut déduire leurs altitudes en descendant cette montagne;

2° La mesure de l'altitude angulaire de la lumière réfléchie sur les nuages au-dessus des villes avoisinantes offre un autre moyen de calculer les hauteurs;

3° Les ombres des nuages détachés (type *cumulus*) sur la plaine autour de Blue-Hill peuvent être très exactement notées, et permettent ainsi de trouver leurs vitesses et de calculer leurs hauteurs.

Ces trois méthodes sont en quelque sorte complémentaires. En effet, des *stratus*, ou nuages uniformes, qui couvrent le ciel et qu'on ne peut pas facilement viser par les théodolites, ont été mesurés sur les côtes de la montagne, et pendant la nuit par la lueur réfléchie des villes situées au-dessous. Pendant des vents forts, quand l'usage des théodolites devient impossible, les vitesses et les hauteurs des nuages sont parfois déterminées par leurs ombres traversant la plaine.

On n'a pas dépouillé encore toutes les observations, mais les résultats ci-après en représentent plusieurs centaines.

La différence la plus saillante entre les résultats d'Upsal et de Blue-Hill est dans le *nimbus*, le haut *strato-cumulus*, l'*alto-cumulus* et le *cirrus*. Mais il est possible que les nuages ainsi désignés ne soient pas tout à fait les mêmes dans les deux pays. Cependant, il est fort probable que les *cirrus* et les *cirro-stratus* sont plus hauts à Blue-Hill qu'à Upsal.

La vitesse horizontale des nuages a été calculée en faisant deux observations avec les théodolites sur le même nuage à un court intervalle de temps.

La vitesse moyenne pour le *cirrus* (33 mètres par seconde) est deux fois celle qu'on a trouvée en Suède. Une vitesse maximum de 59 mètres par seconde a été observée.

Les comparaisons entre la vitesse des *cumulus* et la vitesse du vent enregistrée par l'anémomètre Robinson démontrent que ce dernier donne une vitesse trop grande, et qu'il faut monter à 3.000 mètres, ou le double de la hauteur du mont Washington, pour avoir les vitesses qui y sont enregistrées. En comparant les vitesses calculées pour les diverses hauteurs avec les vitesses observées des nuages, on obtient des résultats très concordants. Près du sol, l'augmentation de la vitesse avec la hauteur est représentée par une parabole; mais, des *cumulus* jusqu'aux *cirrus*, la marche est représentée par une ligne droite, et la différence entre deux hauteurs successives par la formule : $dv = dh \times 0{,}0028$. En hiver, ce facteur peut devenir 0,0033.

Une discussion complète des observations faites à Blue-Hill sur les nuages sera publiée dans un prochain volume des *Annals of the Harvard College Observatory*.

HAUTEURS DES NUAGES EN ÉTÉ

CLASSIFICATION DES NUAGES	BLUE-HILL (ÉTATS-UNIS)						UPSAL (SUÈDE)				
	NOMBRE D'OBSERVATIONS			HAUTEURS EN MÈTRES			NOMBRE D'OBSERVATIONS		HAUTEURS EN MÈTRES		
	Mesures.	Nuages.	Jours.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Mesures.	Nuages.	Moyennes.	Maxima.	Minima.
Nimbus (nuage de pluie (7)	15	12	12	412	1.720	20	188	125	1.527	3.700	2.134
Strato-cumulus bas ou stratus (6)	22	12	8	725	1.214	335	18	13	623	994	414
Cumulus (base) (8) . . .	113	61	28	1.558	3.328	601	50	36	1.386	2.113	730
Strato-cumulus haut. (Fracto-cumulus). Cumulus plat, ou en rouleaux. (Photo. 10). . .	51	22	13	1.557	2.752	682	165	99	2.331	4.324	887
Faux cirrus au sommet d'un nuage d'orage (9).	2	1	1	6.500	. . .	. . .	5	4	3.897	5.470	2.465
Alto-stratus, strato-cirrus, ou cir. stratus bas (5) .	5	4	4	3.420	5.350	2.290	4	3	5.198	5.657	4.740
Alto-cumulus bas, ou cumulo-cirrus (4)	20	12	7	2.302	3.550	820	112	76	2.771	3.820	1.498
Alto-cumulus haut, ou cirro-cumulus (3) . . .	10	5	3	5.371	7.975	4.772	100	56	5.586	8.297	4.004
Cirro-cumulus vrai . . .	1	1	1	. . .	11.260	. . .	99	60	6.465	10.235	3.880
Cirro-stratus (2).	26	9	5	9.652	12.885	5.392	56	25	9.554	11.391	6.840
Cirrus (1)	26	11	7	10.135	12.351	7.847	373	142	8.878	13.376	4.970

NOTA. — Les chiffres entre parenthèses se rapportent aux tableaux de l'*Atlas des Nuages* de MM. Hildebrandsson, Köppen et Neumayer. Les hauteurs à Blue-Hill sont celles au-dessus de sa base, à 76 mètres au-dessus du niveau de la mer.

M. le Dr F. CHIAÏS

Médecin de l'Hôpital de Menton.

LA TENSION DE LA VAPEUR D'EAU DE NOVEMBRE A MAI A MENTON, SON INFLUENCE SUR LA TEMPÉRATURE DE L'ATMOSPHÈRE ET SUR LES MALADIES DES VOIES RESPIRATOIRES.

— Séance du 23 septembre 1891 —

Le climat de Menton, dans la période qui s'étend de novembre à mai, présente dans le mode d'être des éléments atmosphériques deux états bien distincts :

1° *Un état statique* déterminé par les conditions géographiques et géologiques de l'endroit, c'est-à-dire par les conditions territoriales;

2° *Un état dynamique* déterminé par les perturbations atmosphériques que l'on pourrait appeler les perturbations extra-territoriales.

L'état statique créé par les conditions territoriales est caractérisé par les faits suivants :

Tension de la vapeur d'eau oscillant entre 6 millimètres et 8mm,5;

Oscillation thermique à l'ombre allant de 6 à 8° centigrades sous l'appareil de Montsouris, convenablement exposé;

Oscillations de l'humidité relative entre 65 et 75 centièmes;

Oscillations de l'évaporomètre entre 1mm,5 et 3 millimètres à 3mm,5;

Sérénité très souvent totale ou presque totale;

Pas de vent.

Les conditions territoriales qui créent cet état statique à la zone mentonnaise sont les suivantes :

Une demi-ceinture de montagnes calcaires à sommets presque complètement dénudés, allant de l'est au nord-est et au sud-ouest en passant par le nord, dont la hauteur maximum est supérieure à 1.300 mètres et la hauteur minimum ne tombe pas au-dessous de 700 mètres;

Une série de collines comprises dans le demi-cercle de montagnes à direction générale nord-sud formant quatre vallées à fonds anfractueux entièrement fermées au nord et ouvertes aux courants maritimes au midi. Les collines et les vallées sont presque toutes formées d'un terrain sablonneux et recouvertes d'une végétation à feuilles persistantes;

Le voisinage d'une mer dont la température se maintient à 12 et 13°, même pendant les périodes les plus froides de l'année, et qui s'avance dans les terres entre le cap de Bordighera à l'est et le cap Martin au sud-ouest, en formant une petite mer mentonnaise.

Je rappelle ces conditions territoriales parce que ce sont elles qui maintiennent la tension de la vapeur d'eau entre 6 et 8 millimètres, et qui, par cette élévation de la tension de la vapeur d'eau, donnent au climat de Menton, pendant la période statique, une température plus élevée que celle qu'il aurait par sa latitude propre, et une humidité relative peu variable.

État dynamique. — L'état statique persisterait à Menton, tel que nous venons de le décrire, tout l'hiver, si les tempêtes continentales et les tempêtes africaines ne venaient point pénétrer dans la zone mentonnaise. Mais Menton n'échappe pas à leur action, et voici quelles sont les influences qu'elles exercent et les modifications qu'elles font subir à l'état statique.

Tempête continentale. — Quand c'est une tempête continentale qui pénètre dans la zone mentonnaise, la courbe réelle des éléments atmosphériques tombe au-dessous de la normale mathématique; nous avons alors, ce que j'ai dénommé au Congrès international de Berlin de 1890, une oscillation négative.

Cette oscillation négative présente deux périodes : une période descendante et une période ascendante.

Période descendante. — La tension de la vapeur d'eau tombe brusquement de la veille au lendemain à 3 millimètres, à 2 millimètres et même à 1 millimètre.

La température, le premier jour de la perturbation, si le ciel est serein, subit une ascension légère, puis baisse rapidement le second, le troisième et même le quatrième jour; le quatrième jour de la perturbation, les minima peuvent tomber à 0° et les maxima ne pas dépasser 6° centigrades.

L'humidité relative tombe au-dessous de 40 centièmes et même de 30 centièmes. Je l'ai vu quelquefois, le second jour de la perturbation, atteindre 12 centièmes et même 8 centièmes.

L'évaporation atteint 5 et 6 millimètres, et, quand le vent est fort, 8 et même 10 millimètres.

La sérénité du ciel est généralement totale.

Le vent du nord-ouest, soit direct, soit réfléchi, existe assez souvent pendant cette période descendante et présente une intensité moyenne et quelquefois forte.

Période ascendante. — La tension de la vapeur d'eau s'élève progressivement à 4, 5 et 6 millimètres; elle atteint 6 et 7 millimètres, si le calme est complet, du sixième au septième jour.

La température revient aux degrés de la période statique par des oscillations ascendantes du septième au huitième jour; c'est-à-dire que, de jour en jour, les minima tombent un peu moins bas et que les maxima arrivent un peu plus haut.

L'humidité relative remonte assez rapidement du quatrième au cinquième jour; elle revient aux oscillations de la période statique, si le temps est calme, du sixième au septième jour.

Pendant la période ascendante, la sérénité du ciel est généralement totale.

Le vent diminue rapidement et arrive de plus en plus affaibli, non pas par le nord-ouest, mais par le sud-ouest, toujours en gardant un certain nombre des caractères des vents continentaux.

Tempête africaine. — Quand c'est une tempête africaine qui pénètre dans la zone mentonnaise, nous avons : une oscillation positive pour la température et une oscillation négative pour l'humidité relative;

Une augmentation notable de l'évaporation;

Une sérénité généralement totale;

Un vent fort, surtout vers les 4 à 5 heures du soir.

La tension de la vapeur d'eau subit une baisse de 1 à 2 millimètres si la tempête atteint la zone mentonnaise en plein état statique, et une élévation de 1 à 3 millimètres si elle l'atteint en période d'oscillation négative.

L'oscillation africaine n'a qu'une durée de vingt-quatre à trente-six heures.

Influence maritime. — La zone mentonnaise est encore soumise à une autre influence : à l'influence maritime directe.

L'influence maritime directe est exercée par les courants lents du sud et du sud-ouest. Par son action, elle ne fait qu'accentuer en plus les caractères de l'état statique : légère élévation de la tension de la vapeur d'eau, de la température, de l'humidité relative; légère diminution de l'évaporation; pas de vent. C'est pendant cette période que généralement les pluies continues surviennent, leur durée est de trois à quatre jours. Avant et après la pluie, le ciel est serein et le temps très doux. Pendant ces pluies maritimes, le thermomètre se maintient à 11 et 12° et l'humidité relative à 95° et même à 100°.

La pluie qui survient accidentellement pendant une période à oscillation négative n'a qu'une durée de douze à dix-huit heures. Le degré d'humidité relative peut être assez bas : 55 à 65 centièmes, et le thermomètre ne monte pas au-dessus de 9 à 10° centigrades.

Quelle est l'influence qu'exerce la tension de la vapeur d'eau sur ces divers états de l'atmosphère mentonnaise?

1° *Sur l'état statique.* — C'est l'élévation à 6 et 7 millimètres de la tension de la vapeur d'eau qui fait que, pendant les périodes d'état statique, et pendant que règne l'influence maritime, le thermomètre se maintient comme degrés réels et comme moyenne au-dessus des degrés réels et de la moyenne que créerait, toujours à sérénité totale, la latitude seule.

Son mode d'action, le voici :

La température de l'atmosphère est une résultante.

L'atmosphère tient sa température propre du sol et du soleil. Les rayons calorifiques lumineux du soleil la traversent, en ne la réchauffant que très peu, atteignent la terre, s'accumulent sur le sol dont elles élèvent la température et deviennent des rayons calorifiques obscurs. Devenus obscurs, ils rayonnent d'autant plus difficilement à travers l'atmosphère que la tension de la vapeur d'eau est plus élevée; l'eau atmosphérique à l'état de vapeur concentre donc la chaleur dans les couches inférieures; mais il y a même plus, la vapeur d'eau la réfléchit vers le sol. Le sol se refroidira donc peu et, comme la conductibilité de l'atmosphère pour la chaleur croît avec l'élévation de la tension de la vapeur d'eau et l'élévation du degré d'humidité relative, sa chaleur se maintient par contact avec le sol.

Faut-il rappeler quelques preuves à l'appui de ces propositions?

C'est toujours du climat de Menton qu'il est question. A sérénité totale, si la tension de la vapeur d'eau est à 6 ou 7 millimètres *(et pendant que le soleil est au-dessus de l'horizon et pendant qu'il est au-dessous de l'horizon)*, les oscillations nycthémérales ne sont que de 6° à 7° centigrades, parce que l'atmosphère se refroidit peu la nuit.

Les minima ne tombent pas, en plein hiver, au-dessous de 6° à 5°.

Si la tension de la vapeur d'eau est à 3 millimètres ou à 2 millimètres, les oscillations nycthémérales sont de 10 à 12°.

Les minima tombent à 0° et quelquefois même au-dessous de 0°.

Si la tension de la vapeur d'eau est à 6 millimètres ou 7 millimètres toujours à sérénité totale, à jour et à heure de l'hiver égaux, le thermomètre recouvert de noir de fumée monte à midi à 40° ou 41°.

Si la tension de la vapeur d'eau est à 3 millimètres ou à 2 millimètres, le même thermomètre, dans des conditions identiques, n'atteindra que 35° à 36° centigrades.

On constate alors ce fait paradoxal, que c'est le jour où la terre reçoit moins de calorique que le thermomètre recouvert de noir de fumée, exposé en plein soleil, s'élève plus haut.

C'est dans la composition de l'atmosphère que se trouve la raison du paradoxe. La diminution du rayonnement et la réflexion par la vapeur de l'atmosphère des rayons calorifiques terrestres font que le thermomètre, au soleil, s'élève plus haut les jours à tension de vapeur d'eau élevée que les jours à tension de vapeur basse.

Pendant les jours à tension de vapeur d'eau élevée, la terre reçoit-elle, comme je viens de l'avancer, moins de chaleur solaire que les jours à tension de vapeur basse?

La preuve nous en est donnée par les faits suivants :

Du lever du soleil à 9 heures, par exemple *(toujours à sérénité totale et à jour égal de l'hiver)*, le thermomètre ne monte que de 2° à 2° et demi, sous l'abri de Montsouris, si la tension de la vapeur d'eau est à 6 et 7 millimètres et l'humidité relative à 70 ou 75 centièmes.

Ce même thermomètre monte de 4 à 5 degrés, dans le même espace de temps, si la tension est à 1 millimètre ou à 2 millimètres et l'humidité relative à 35 ou 40 centièmes.

L'écart entre les minima et les maxima du jour est de 6° à 7°, si la tension est à 6 millimètres ou 7 millimètres et l'humidité relative à 70 ou 80 centièmes. Cet écart est de 11° à 12° quand la tension est à 1 millimètre ou 2 millimètres et l'humidité relative au-dessous de 40 centièmes.

Cette influence est plus accentuée en mars et avril qu'en janvier et février, parce que la durée de l'insolation du sol est plus longue.

Passage de l'état statique à la perturbation d'origine continentale. — Le passage de l'état statique à l'état dynamique d'origine continentale se fait généralement en quelques heures. L'état hygrométrique relatif et la tension de la vapeur d'eau baissent brusquement; mais le sol a encore une réserve de chaleur et les rayons calorifiques solaires vont arriver à la terre en plus grande quantité; le thermomètre s'élèvera le premier jour de la perturbation plus haut que la veille. Le lendemain et les jours suivants, l'intensité accrue du rayonnement terrestre et la diminution du pouvoir réflecteur de l'atmosphère auront refroidi le sol, aussi maxima et minima baisseront : leur descente n'est arrêtée que par le relèvement de l'humidité relative et de la tension de la vapeur d'eau qui vont entraver le rayonnement, concentrer la chaleur sur le sol et dans les couches inférieures de l'atmosphère et relever peu à peu la température propre de l'atmosphère. L'action de la tension de la vapeur d'eau sur la chaleur atmosphérique s'affirme ici trop nettement pour qu'il soit utile d'insister; qu'il nous suffise de rappeler que l'abaissement brusque de la tension de la vapeur précède de vingt-quatre heures l'abaissement de la température et que le relèvement de la température est aussi précédé de vingt-quatre heures par le relèvement de la tension de la vapeur d'eau. Si, dans sa marche ascensionnelle, la tension de la vapeur d'eau arrive à 8 millimètres, nous aurons même en plein hiver des maxima de 16° à 18° et des minima qui ne tomberont pas au-dessous de 8° ou de 9°.

La vapeur d'eau dans la perturbation d'origine africaine. — Sur l'oscillation positive d'origine africaine la tension de la vapeur d'eau n'a que peu d'influence. C'est l'atmosphère propre de l'Afrique qui pénètre dans la zone mentonnaise. Ses caractères sont seulement mitigés par la traversée de la Méditerranée et par l'état existant en ce moment dans la zone mentonnaise. Si, pendant son action sur l'atmosphère mentonnaise, le ther-

momètre monte à 20° et quelquefois à 22° et à 23° en pleine saison hivernale, c'est que l'air nous arrive réchauffé par la température du sol africain. C'est une chaleur d'importation ; aussi ce n'est pas de midi à 2 heures qu'on constate le maximum du jour, c'est à 4 ou 5 heures de l'après-midi.

La perturbation africaine s'accompagne d'une faible tension de la vapeur d'eau ; aussi, l'oscillation nycthémérale est ces jours-là très ample, de 15 à 18°.

Tension de la vapeur d'eau et maladies aiguës des voies respiratoires. — Les variations de la tension de la vapeur d'eau ont-elles une influence sur les maladies des voies respiratoires?

J'ai constaté que les maladies aiguës des voies respiratoires existaient peu ou pas quand la tension de la vapeur d'eau était supérieure à 5 millimètres ; qu'elles revêtent surtout la forme de fièvres catarrhales, de coryzas, d'angines, de laryngites, de bronchites quand la tension de la vapeur d'eau oscillait entre 3 et 5 millimètres et que les formes plus profondes, les pleurésies et les pneumonies apparaissaient quand la tension de la vapeur d'eau était tombée au-dessous de 3 millimètres. L'action pathogénique des abaissements de la tension de la vapeur d'eau s'accentue surtout s'il y a simultanément abaissement notable de l'humidité relative et vent. J'ai démontré, dans mes recherches sur la morbidité et la mortalité à Marseille par maladies aiguës des voies respiratoires, la réalité des remarques que j'avais faites à Menton sur le rôle qu'exercent sur la santé publique les variations de la tension de la vapeur d'eau et de l'humidité relative ; je n'insisterai donc pas plus longuement. J'ajouterai une simple remarque : L'étude sur le rôle de la vapeur d'eau atmosphérique en climatologie et en pathogénie a une sanction pratique que je résumerai dans les deux principes suivants :

Les climats présentant une tension de la vapeur d'eau atmosphérique de 6 à 8 millimètres sont des climats sédatifs pour les voies respiratoires.

On peut éviter l'action nocive des perturbations à oscillation négative quand on connaît la particularité suivante : ces perturbations ne modifient le milieu intérieur des habitations que dix-huit à vingt-quatre heures après leur apparition, qui, à l'extérieur, s'est faite au contraire toujours rapidement. Si nous voulons donc suivre les indications d'un psychromètre extérieur, nous pourrons par une prudente hygiène, par la manière de nous vêtir et par la manière de chauffer nos appartements, éviter ce qu'un climat peut avoir de nuisible et tirer par conséquent tout le parti possible de ce qu'il y a de bon et d'utile.

M. GIRAUD

Directeur d'École normale en retraite, à Digne.

ÉTUDE SUR LES PLUIES

— *Séance du 24 septembre 1891* —

Il est généralement admis, dans notre région, que les pluies sont moins abondantes et moins fréquentes de nos jours qu'autrefois, et l'on s'afflige souvent de la persistance de la sécheresse : les sources ne sont plus alimentées, les rivières tarissent et l'industrie agricole est dans la souffrance. A ce sujet, il m'a paru intéressant de comparer les observations pluviométriques que j'ai faites à Avignon pendant une période de quinze années, du 1er décembre 1872 au 30 novembre 1887, avec celles qu'a faites M. Guérin, dans la même ville et au même endroit, du 1er décembre 1804 au 30 novembre 1841, c'est-à-dire pendant une période de trente-sept années (1). Ces observations, relevées mois par mois, sont consignées dans le tableau inséré à la page suivante.

On voit, par ce tableau, que, contrairement à la croyance générale, les pluies, de nos jours, sont plus abondantes, plus fréquentes et plus également distribuées que dans la première moitié de ce siècle, puisque la moyenne annuelle pour la première période n'est que de 586mm,5, tandis que cette moyenne annuelle pour la période actuelle s'élève à 661mm,1. D'où une différence en plus de 74mm,6.

Le mois de décembre donne, pendant la première période, une moyenne de 46mm,4, et, pendant la deuxième période, qui est la période contemporaine, une moyenne de 41mm, 2. Le mois de janvier, pendant la première période, donne une moyenne de 40mm,3, et une moyenne de 38mm,7 pendant la seconde période. Le mois de février donne une moyenne de 34mm,8 pour la première période, et de 28mm,3 pour la seconde. On voit donc que chacun de ces trois mois, qui constituent la saison d'hiver, donne une moyenne beaucoup plus faible dans la période contemporaine que dans la première période. On peut donc dire que, de nos jours, il tombe moins d'eau en hiver qu'il n'en est tombé

(1) Les chiffres des années 1805 à 1841, formant la première période, sont extraits des registres originaux déposés par M. Guérin à la Bibliothèque du Musée Calvet, dont il était le conservateur.
Les observations de M. Guérin, faites en pouces, lignes et dixièmes de ligne, ont été réduites en millimètres et en dixièmes de millimètre.
Le mois de décembre, dans le tableau suivant, appartient toujours à l'année qui précède.

RELEVÉ DES OBSERVATIONS PLUVIOMÉTRIQUES

faites à Avignon du 1er décembre 1804 au 30 novembre 1841, par M. Guérin, docteur en médecine, conservateur du Musée Calvet, et du 1er décembre 1872 au 30 novembre 1887, par M. Giraud, directeur de l'École Normale de Vaucluse.

ANNÉES	DÉCEMBRE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMB.	OCTOBRE	NOVEMB.	TOTAUX
1805	72,2	85,5	34,4	42,7	55,2	64,9	5,6	11,3	»	58,2	»	60,5	490,5
1806	69,4	90,2	45,3	51 »	20,9	54,3	9,7	68,1	32,3	51,7	260,9	74,2	828 »
1807	20,6	4,5	16,9	99,9	10,8	13,5	27,6	6,6	61,3	71,1	98,1	168,6	599,5
1808	23,6	42,8	5 »	82,6	50,3	58,4	34,2	20,3	26,6	112,7	169,5	51,4	677,4
1809	104,2	29,5	35,1	50,7	79,6	20,3	53,8	138 »	61,7	28,6	8,5	112,1	722,1
1810	46,2	27 »	45,1	80,1	105,9	149,6	55,1	33,1	1,6	112,5	90,2	45,1	791,5
1811	27,1	60,9	138,4	9,7	31,6	161,5	16,7	22,4	37,9	52,8	75,8	»	634,8
1812	25,3	17,6	51,8	22,5	39,7	13,6	13,5	29,3	28,4	23,2	153,4	27,3	445,6
1813	60,8	54,6	»	»	50,7	20,3	10,2	94 »	»	73,4	105,1	22,5	491,6
1814	117 »	41,2	»	»	20,4	56,4	9,4	35 »	29,3	3,6	124,7	213,1	650,1
1815	45 »	15,8	27,7	»	»	»	19,1	»	»	27 »	121,1	44,9	300,6
1816	22,1	96 »	»	»	77,1	89,5	28,7	56,4	»	16,4	70,6	56,6	513,4
1817	26,6	51,8	»	»	7,4	60,3	22,5	8,1	47,1	51,4	108,6	11,9	395,7
1818	46,8	7,8	9,4	33,3	9,4	60 »	»	»	33,3	34,8	15,7	60,8	381,3
1819	73,2	47,8	44,3	10,8	86,8	74,1	16,2	29,4	41 »	155,4	112,5	152 »	843,5
1820	62,5	36,5	81,1	18 »	51 »	»	»	13,5	6,7	85,7	33,8	174,3	563,1
1821	14,6	48,8	»	120,4	53,5	57,4	»	33,8	45,1	58,6	59,7	»	491,9
1822	34,5	18,5	»	»	42,4	8,1	6,3	»	10,4	54,3	74,6	64,4	313,5
1823	66,5	58,8	79,7	66 »	65,7	10,8	67 »	36,3	5,6	75,5	34,2	18 »	581,1
1824	»	24,1	80,9	18,7	25,2	55,6	74,7	»	3,8	176,3	159,8	40,3	659,4
1825	13,5	»	»	20,7	9,9	75,7	36,1	30 »	»	102,4	45,1	88,7	422,1
1826	107 »	»	57,9	34,6	9 »	27,7	29,2	55,4	32,4	126,7	154,8	133 »	767,7
1827	79,7	80 »	25,5	19,8	89,7	46,1	52,5	»	84,8	107,4	87,3	66,1	729,9
1828	108 »	20,3	47 »	9,7	79,9	67 »	0,2	19,1	26,6	108,5	87 »	51,8	625,1
1829	25,2	129,6	18,5	75,5	53,6	106,2	48 »	28,8	9,9	160,5	119,8	110,3	885,9
1830	61 »	8,5	12,1	33,5	»	19,8	47,9	12,4	55,9	84 »	»	170,9	506 »
1831	40 »	91 »	9 »	32,2	70,9	36,9	4,5	37,1	12,5	20,2	51,4	»	405,7
1832	24,8	76,1	4,5	28,3	69,8	10,2	98,2	»	20,2	32,9	32,6	32,9	430,5
1833	29,3	11,3	81,4	102,7	54,5	19,4	3,3	51,6	6,7	69,9	34,8	59,8	524,7
1834	»	53,1	20,2	4,5	24,7	68,5	86,7	27,4	155,9	50,3	45,5	140,1	676,9
1835	4,9	25,2	21,3	3,4	30 »	132,8	49 »	»	97 »	158,1	102,3	51,4	675,4
1836	»	14,8	14,1	58,8	37,1	59,7	7,2	»	24,5	85,5	174 »	65,3	541 »
1837	13,5	9 »	34 »	75,7	69,8	25,2	5,8	23 »	3,4	22,6	»	14,7	296,7
1838	32,9	60 »	109,2	62,2	33,1	207 »	49,6	4,9	7,4	169,9	56 1	70,1	862,4
1839	16,8	7,4	12,6	14,9	17,6	18,5	»	»	10,4	87,5	160,1	157,4	503,2
1840	116,1	4,5	50,8	»	72,8	128,4	7,9	»	41,2	103,1	115,7	113,7	754,2
1841	87,6	43 »	76,4	90,2	112,1	57,9	»	2,9	22,4	105,3	77,5	46,9	722,2
Totaux..	1718,5	1193,5	1289,6	1373,1	1779,1	2135,6	996,4	928,2	1053,3	2918 »	3220,8	2771,1	
Moyennes	46,4	40,3	34,8	37,1	48,1	57,7	26,9	25,1	29,2	78,8	87,1	74,9	21707,2
Totaux par saison		4501,6			5287,8			3007,9			8909,9		586,5
Moyennes id.		121,6			142,9			81,2			240,8		
1873	158 »	56,5	30,8	54,1	42,4	54,7	49,5	10,6	101,6	41,7	83 »	90,9	770,8
1874	3 »	15,4	92,1	12,2	74,5	20,7	140,1	29,1	70,1	109,1	87,4	9,7	663,4
1875	33,2	6,2	17,3	13,9	85,6	3,4	76,4	41,7	16,2	125 »	160,8	20,6	600,3
1876	41,6	46,5	6,6	34,5	109,4	69,5	159,4	»	36,1	1,6	11,5	44,8	561,5
1877	56,6	24,1	6,2	49,1	70,2	73,5	13,6	36,3	68,4	17,6	37,8	73,2	526,6
1878	15,1	8,9	4,9	11,4	70,5	104,8	109 »	»	106 »	»	120,2	78,9	629,7
1879	57,9	64,4	21,3	57,7	102,8	102,4	22,1	35,8	5,5	276,1	9 »	40,8	795,8
1880	5,3	2,5	31,5	13,6	79 »	47,4	123 »	25,4	95,4	61,2	29,4	117 »	630,7
1881	4,8	117,3	42,4	29,5	71,6	73,8	19 »	2 »	130,7	35,5	63,3	13,2	603,1
1882	88,9	34,5	8,5	24,8	75,8	43,3	2,5	29,6	21,4	159,1	129,7	12,3	630,4
1883	70,7	70,1	44,5	56 »	123,5	45,3	30,5	106,8	»	125,4	20,7	10 »	703,5
1884	3,6	6,6	15,1	1 »	55,7	111,3	73,2	35,4	19,4	135,4	21,2	20,2	498,1
1885	46,8	35,4	32,3	10,7	140,9	51,2	93,5	20,1	73 »	109 »	124,5	128,4	865,8
1886	4,6	55,3	12,6	44,5	63,4	41,6	11,3	15 »	20,4	80,7	260,6	97,7	707,7
1887	28,7	36,9	58,4	32,3	83,1	20,1	13,7	94,9	76,5	40,5	66,7	181,4	733,2
Totaux..	618,8	580,6	424,5	442,3	1248,4	863 »	936,8	482,7	840,7	1317,9	1225,8	939,1	
Moyennes	41,2	38,7	28,3	29,5	83,2	57,5	62,4	32,2	56 »	87,8	81,7	62,6	9920,6
Totaux par saison		1623,9			2553,7			2260,2			3482,8		661,1
Moyennes id.		108,2			170,2			150,6			232,1		
Totaux génér.	2337,3	2074,1	1714,1	1815,4	3027,5	2998,6	1933,2	1410,9	1924 »	4235,9	4446,6	3710,2	
Moyenes id.	44,9	39,9	33 »	34,9	58,2	57,7	37,1	27,1	37 »	81,4	85,5	71,4	31627,8
Totaux généraux par saison		6125,5			7841,5			5268,1			12392,7		
Moyennes génér. id.		117,8			150,8			101,2			238,3		608,2

pendant les quarante premières années de ce siècle. En effet, la moyenne de la pluviosité hivernale est de 121mm,6 pour la première période, et de 108mm,2 seulement pour la période contemporaine.

Il en est tout autrement de la saison de printemps, à l'exception du mois de mars, qui donne une moyenne de 37mm,1 pour la première période, et de 29mm,5 seulement pour la seconde; mais il faut remarquer que le mois de mars confine à l'hiver, et qu'il en fait partie le plus souvent. A partir du mois d'avril, et pendant toute la durée de la belle saison, c'est-à-dire jusqu'en octobre, nous avons, dans les quinze années de la période contemporaine, des quantités moyennes mensuelles de pluie beaucoup plus considérables que pendant la première période. En effet, le mois d'avril, alors que les pluies sont le plus bienfaisantes pour les produits de la terre, nous avons une moyenne de 83mm,2 dans la période actuelle, et de 48mm,1 seulement dans la première période : la pluviosité est donc presque double de nos jours pendant ce mois. Le mois de mai donne, à très peu de chose près, la même moyenne dans les deux périodes : 57mm,7 pour la première, et 57mm,5 pour la seconde. Le mois de juin donne une moyenne de 26mm,9 pour la première période, et de 62mm,4 pour la seconde, plus du double. — Juillet, qui ne donne qu'une moyenne de 25mm,1 pour la première période, donne une moyenne de 32mm,2 pour la seconde. Le mois d'août, pendant la première période, donne une moyenne de 29mm,2, et, pendant la seconde, 56 millimètres. Septembre donne une moyenne de 78mm,8 dans la première période, et de 87mm,8 dans la seconde. Les deux derniers mois de l'année météorologique, qui se rapprochent beaucoup de l'hiver, donnent, de nos jours, moins d'eau qu'autrefois. En effet, octobre ne donne actuellement qu'une moyenne de 81mm,7, tandis qu'il a donné en moyenne 87mm,1 dans la première période; et novembre ne donne qu'une moyenne de 62mm,6, tandis qu'il a donné une moyenne de 74mm,9 dans la première période.

En résumé, l'hiver, dans la première période, donne une moyenne de 121mm,6, tandis que, dans la période actuelle, il ne donne qu'une moyenne de 108mm,2, soit une différence en moins de 13mm,4.

Le printemps donne plus d'eau de nos jours qu'autrefois : 170mm,2 pour la période actuelle, et, pour la première période, 142mm,9, soit une différence en plus de 27mm,3.

Comme le printemps, l'été donne plus d'eau maintenant que dans la première moitié de ce siècle : 150mm,6 pour la période actuelle, et 81mm,2 pour la première période, soit une différence en plus de 69mm,4.

Enfin, l'automne donne, en moyenne, un peu moins d'eau maintenant qu'autrefois : 240mm,8 pour la première période, et 232mm,1 pour la période contemporaine, soit une différence en moins de 8mm,7.

Ces observations constatent un fait très important, c'est qu'il tombe moins d'eau de nos jours qu'autrefois pendant les six mois de la saison froide : octobre, novembre, décembre, janvier, février et mars; tandis qu'il en tombe beaucoup plus pendant la saison chaude, c'est-à-dire pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre; mais les différences en moins de la saison froide sont peu sensibles, tandis que les différences en plus de la saison chaude sont beaucoup plus accentuées. En effet, si nous prenons la moyenne de la pluviosité pendant la saison froide, nous trouvons pour ces six mois consécutifs, 320^{mm},6 pour la première période, et 282 millimètres seulement pour la seconde, d'où, en moins, 38^{mm},6, soit une moyenne de 6^{mm},4 en moins par mois. En procédant de la même manière pour les six mois de la saison chaude, nous trouvons 379^{mm},1 pour la période contemporaine, et 265^{mm},8 seulement pour la première période, d'où, en plus, 113^{mm},3, soit une moyenne de 18^{mm},9 en plus par mois. Si nous retranchons de la différence en plus 113^{mm},3, la différence en moins 38^{mm},6, nous avons une différence moyenne générale annuelle en plus de 74^{mm},7, qui est égale à la différence des moyennes générales annuelles que nous avons déjà fait connaître.

Mais la pluviosité n'est pas indiquée seulement par les quantités d'eau tombée, elle est aussi caractérisée par le nombre de jours de pluie; et, sous ce rapport encore, notre époque est plus favorisée que les années qui se sont écoulées de 1804 à 1841, car nous avons plus de jours de pluie qu'autrefois, comme cela résulte du tableau de la page qui suit.

(Je dois faire remarquer que toute journée de pluie qui n'a pas donné au moins 1 millimètre d'eau, n'est pas comptée dans le tableau de la page 360.)

La moyenne des jours de pluie se répartit de la manière suivante pour chacune des deux périodes :

		Jours		Jours
Décembre....	1re période (1805 à 1841)	3,3	2e période (1873 à 1887)	4,8
Janvier.....	— —	3,2	— —	4,7
Février	— —	2,8	— —	4,4
Mars	— —	2,7	— —	4,5
Avril	— —	3,5	— —	7,6
Mai.....	— —	4,1	— —	5,8
Juin.....	— —	2,1	— —	4,6
Juillet	— —	1,7	— —	3,2
Août.....	— —	1,9	— —	3,5
Septembre...	— —	4,2	— —	5,»
Octobre	— —	4,4	— —	6,3
Novembre...	— —	4,5	— —	6 1

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

ANNÉES	DÉCEMBRE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMB.	OCTOBRE	NOVEMB.	TOTAUX
1805	5	13	4	4	7	5	2	1	»	3	»	3	47
1806	9	7	3	5	2	10	5	5	3	5	7	6	67
1807	4	1	1	4	1	1	2	1	2	6	5	5	33
1808	2	5	1	5	2	6	3	1	2	8	5	5	45
1809	5	4	3	3	5	4	4	7	4	4	1	7	51
1810	4	2	4	6	8	10	2	3	1	4	3	6	53
1811	3	5	8	2	3	5	1	2	4	5	5	»	43
1812	2	1	3	3	3	2	2	1	2	1	8	2	30
1813	4	3	»	»	4	1	1	6	»	6	7	2	34
1814	6	3	»	»	2	2	2	1	2	1	6	10	35
1815	3	2	1	»	»	»	2	»	»	1	6	5	20
1816	1	5	»	»	4	4	3	3	»	1	4	2	27
1817	2	2	»	»	1	6	2	1	2	3	4	1	24
1818	3	1	3	3	6	4	»	»	2	4	1	3	30
1819	6	2	5	1	6	8	1	3	3	3	8	8	54
1820	3	2	4	1	2	»	»	1	1	4	2	7	27
1821	1	3	»	5	4	3	»	1	1	3	2	»	23
1822	1	1	»	»	3	1	1	»	1	7	6	6	27
1823	5	6	7	2	5	1	3	2	1	4	3	1	40
1824	»	1	6	1	2	4	6	»	1	5	10	4	40
1825	2	»	»	2	1	4	3	2	»	3	3	6	26
1826	6	»	3	5	1	1	2	4	3	4	5	6	40
1827	6	4	2	1	4	5	2	»	2	6	5	2	39
1828	2	3	5	1	6	5	»	1	2	5	4	3	37
1829	2	5	2	6	3	4	4	2	2	6	6	5	47
1830	4	1	2	5	»	2	3	1	1	4	»	4	27
1831	5	5	1	4	5	4	1	5	2	2	4	»	38.
1832	3	4	1	4	8	1	5	»	2	2	4	3	37
1833	2	1	7	4	4	2	1	2	1	9	4	4	41
1834	»	4	2	1	2	6	5	2	5	1	5	11	44
1835	2	2	2	1	4	10	5	»	8	10	2	4	50
1836	»	3	4	6	4	8	1	»	2	5	4	4	41
1837	1	1	4	5	4	2	1	2	1	1	»	1	23
1838	2	9	6	6	3	7	2	1	2	5	3	9	55
1839	3	2	1	2	1	1	»	»	2	4	16	10	42
1840	7	1	4	»	6	8	1	»	1	7	2	8	45
1841	6	4	7	3	4	4	»	2	2	4	3	5	44
Totaux...	122	118	106	101	130	151	78	63	70	156	163	168	
Moyennes.	3,3	3,2	2,8	2,7	3,5	4,1	2,1	1,7	1,9	4,2	4,4	4,5	1426
Totaux par saison		346			382			211			487		
Moyennes id		9,3			10,3			5,7			13,1		38,5
1873	12	7	2	6	2	5	4	2	4	3	8	7	62
1874	1	2	5	4	5	3	6	3	3	7	7	4	50
1875	4	1	3	3	7	2	6	6	2	6	8	3	51
1876	3	6	2	5	14	9	9	»	6	1	4	4	63
1877	9	5	2	6	9	10	4	6	4	3	5	9	72
1878	5	2	1	2	6	10	7	»	5	»	8	9	55
1879	10	7	6	8	9	9	2	4	2	6	2	6	71
1880	1	1	5	2	9	4	9	4	6	5	2	6	54
1881	2	13	8	6	11	5	1	1	3	3	8	4	65
1882	3	1	2	2	7	5	1	5	4	11	9	5	55
1883	9	7	7	8	6	6	4	3	»	7	4	3	64
1884	1	2	4	1	7	5	6	3	3	7	1	2	42
1885	7	5	7	2	11	5	4	2	5	6	11	9	74
1886	1	7	6	5	6	7	3	4	2	5	12	10	68
1887	4	4	7	8	6	2	3	5	3	5	5	11	63
Totaux....	72	70	67	68	115	87	69	48	52	75	94	92	
Moyennes.	4,8	4,7	4,4	4,5	7,6	5,8	4,6	3,2	3,5	5	6,3	6,1	909
Totaux par saison		209			270			169			261		
Moyennes id.		13,9			17,9			11,3			17,4		60,6
Totaux génér.	194	188	173	169	245	238	147	111	122	231	257	260	
Moyennes id.	3,7	3,6	3,4	3,2	4,7	4,6	2,8	2,1	2,4	4,5	5 »	5 »	2335
Totaux génér. par saison		555			652			380			748		
Moyennes génér. id.		10,7			12,5			7,3			14,5		44,9

Ce qui donne les moyennes suivantes par saison :

Hiver.....	Première période	9,3	Deuxième période	13,9
Printemps.....	—	10,3	—	17,9
Été.....	—	5,7	—	11,3
Automne.....	—	13,1	—	17,4

En résumé, le nombre moyen de jours de pluie par année est de 38 j. 5 pour la première période, et de 60 j. 6 pour la seconde, presque le double. Ce qui démontre, une fois de plus, qu'il pleut davantage de nos jours qu'autrefois.

Si nous combinons les moyennes mensuelles des deux périodes, nous voyons que la normale est de 3 j. 7 de pluie en décembre; 3 j. 6 en janvier; 3 j. 4 en février; 3 j. 2 en mars; 4 j. 7 en avril; 4 j. 6 en mai; 2 j. 8 en juin; 2 j. 1 en juillet; 2 j. 4 en août; 4 j. 5 en septembre; 5 jours en octobre, et 5 jours en novembre. Ce sont donc les mois d'octobre et de novembre qui sont les plus pluvieux, et le mois de juillet qui l'est le moins. C'est l'automne qui donne le plus grand nombre moyen de jours de pluie : 14 j. 5, et l'été qui en compte le moins : 7 j. 3.

Pour mieux apprécier encore les modifications que le temps a apportées au régime de la pluviosité, il convient de comparer les quantités d'eau tombée dans chacune des deux périodes, pendant les grandes averses et pendant les grandes pluies. Les recherches que j'ai faites dans les registres de M. Guérin et dans le recueil de mes observations ont donné les résultats suivants :

GRANDES AVERSES

PREMIÈRE PÉRIODE

Observations de M. GUÉRIN, classées par ordre de dates.

1807	10 mai, de 5h à 6h du matin.....	Durée	60	minutes	13mm,5	donnant	0mm,225	par minute
1808	27 mars, de 3h à 3h,30 du soir....	—	30	—	23mm,7	—	0mm,79	—
1808	23 juillet, dans 1/4 d'heure.....	—	15	—	20mm,3	—	1mm,353	—
1808	9 septembre, dans 1/2 heure....	—	30	—	33mm,8	—	1mm,127	—
1809	2 août, dans 1/2 heure.....	—	30	—	11mm,3	—	0mm,377	—
1819	13 avril, de 2h,30 à 4h,30 soir.....	—	120	—	31mm,5	—	0mm,262	—
1819 (1)	16 septembre, orage l'après-midi.	—	120	—	125mm,5	—	1mm,045	—
1827	12 juin, de 4h à 4h,30 soir.....	—	30	—	42mm,8	—	1mm,427	—
1828	13 septembre, de 10h à 11h,30 soir.	—	90	—	48mm,3	—	0mm,538	—
1830	10 août, dans 2 heures.....	—	120	—	55mm,9	—	0mm,466	—
1834	20 août, dans 3/4 d'heure.....	—	45	—	66mm,1	—	1mm,469	—
1835	20 août, dans 1/2 heure.....	—	30	—	24mm,5	—	0mm,817	—
1840	18 septembre, de 10h,30 à 11h matin	—	30	—	26mm,9	—	0mm,9	—
1840	30 octobre, de 2h,30 à 3h,30 soir..	—	60	—	38mm,3	—	0mm,638	—

Durée moyenne par averse..... 57 minutes

Quantité moyenne par averse..... 40mm,2 donnant en moyenne 0mm,705 par minute

(1) La durée de l'averse du 16 septembre 1819 n'est pas bien précisée par M. Guérin; je la suppose de deux heures.

DEUXIÈME PÉRIODE

Observations de M. GIRAUD

1874	1er octobre..	de	4h50	à	6h30 du soir	Durée	100	minutes	50mm,3	donnant	0mm,503 par minute
1878	28 juin	de	5h30	à	7h30 du soir	—	120	—	32mm,»	—	0mm,266 —
1878	7 octobre ..	de	10h m.	à	1h30 du soir	—	210	—	47mm,8	—	0mm,228 —
1879	2 avril	de	7h10	à	7h25 matin	—	15	—	9mm,8	—	0mm,653 —
1879	13 juillet...	de	3h »	à	4h » du soir	—	60	—	48mm,»	—	0mm,466 —
1879	8 septembre	de	8h15	à	8h30 du soir	—	15	—	18mm,»	—	1mm,2 —
1880	23 août.....	de	5h35	à	7h20 du soir	—	105	—	47mm,»	—	0mm,447 —
1880	23 octobre ..	de	5h45	à	5h55 du soir	—	10	—	3mm,4	—	0mm,34 —
1881	6 juin.....	de	1h15	à	1h25 du soir	—	10	—	7mm,2	—	0mm, 72 —
1881	27 août.....	de	5h15	à	6h15 matin	—	60	—	64mm,»	—	1mm,066 —
1882	25 octobre ..	de	4h10	à	4h20 du soir	—	10	—	6mm,»	—	0mm,6 —
1883	1er septembre	de	1h40	à	4h15 matin	—	155	—	78mm,7	—	0mm,508 —
1884	10 juillet ...	de	12h10	à	12h30	—	20	—	22mm,4	—	1mm,12 —
1885	1er octobre ..	de	4h40	à	4h43 du soir	—	3	—	1mm,6	—	0mm,533 —
1887	25 août.....	de	10h »	à	11h25 matin	—	85	—	28mm,4	—	0mm,57 —

Durée moyenne par averse..... 65 minutes

Quantité moyenne par averse.... 32mm,3 donnant en moyenne 0mm,5 par minute

GRANDES PLUIES

PREMIÈRE PÉRIODE

Observations de M. GUÉRIN

1806	4 octobre, de 10h matin à 8h soir	Nombre de jours	1	quantité	108mm,5	donnant	108mm,5	par jour	
1808	27 octobre, pluie de la journée..	—	1	—	112mm,3	—	112mm,3	—	
1811	17-18-19 et 20 mai.....	—	4	—	149mm,1	—	37mm,3	—	
1812	8-9-10 et 11 octobre.....	—	4	—	99mm,3	—	24mm,8	—	
1819	12-13-14-15-16-17-18-19 et 20 nov..	—	9	—	141mm,6	—	15mm,7	—	
1821	29 et 30 mai.....	—	2	—	86mm,5	—	43mm,2	—	
1827	15 et 16 août	—	2	—	84mm,8	—	42mm,4	—	
1830	10 novembre.....	—	1	—	60mm,4	—	60mm,4	—	
1830	17 novembre.....	—	1	—	68mm,6	—	68mm,6	—	
1835	7 et 8 septembre.....	—	2	—	75mm,9	—	37mm,9	—	
1835	22 octobre	—	1	—	100mm,5	—	100mm,5	—	
1836	du 7 octobre à midi, au 8 à midi	—	1	—	137mm,6	—	137mm,6	—	
1838	14-15-16-17-18-19 et 20 mai.....	—	7	—	197mm,5	—	28mm,2	—	
1838	28 septembre	—	1	—	55mm,5	—	55mm,5	—	
1839	4-5-6-7-10-11-12-13-14-15-16-17 18-19 et 21 octobre.....	—	15	—	157mm,8	—	10mm,7	—	
1841	22-23 et 24 avril	—	3	—	81mm,7	—	27mm,2	—	
1841	22 septembre	—	1	—	72mm,2	—	72mm,2	—	
1841	26 octobre.....	—	1	—	60mm,6	—	60mm,6	—	
1842	13-14-15-16-17-18-19 et 20 avril..	—	8	—	113mm,5	—	14mm,2	—	
	Totaux.....		65 j.		1.963mm,9				
	Moyennes.....		3 j.421		103mm,36				

Moyenne pour chaque jour de grande pluie 30mm,2

DEUXIÈME PÉRIODE

Observations de M. GIRAUD

1874	27 et 28 juin	Nombre de jours	2	quantité	124mm,»	donnant	62mm,»	par jour
1875	22 octobre de 1h à 9h matin....	—	1	—	46mm,4	—	46mm,4	—
1877	Nuit du 4 août.....	—	1	—	41mm,»	—	41mm,»	—
1878	2 août de 4h30 soir à 4h matin.	—	1	—	50mm,»	—	50mm,»	—
1881	27 août, 2 orages dans la journée	—	1	—	120mm,»	—	120mm,»	—
1882	Du 3 au 4 janvier.....	—	1	—	34mm,»	—	34mm,»	—
1882	Du 9 au 10 septembre de 3h soir à 4h matin.....	—	1	—	64mm,4	—	64mm,4	—
1882	27 octobre.....	—	1	—	57mm,8	—	57mm,8	—
1883	Nuit du 23 au 24 avril.....	—	1	—	68mm,4	—	68mm,4	—
1884	19 et 20 mai.....	—	2	—	68mm,4	—	34mm,2	—
1885	Nuit du 19 au 20 avril.....	—	1	—	46mm,2	—	46mm,2	—
1885	19 octobre.....	—	1	—	43mm,4	—	43mm,4	—
1885	19-20-21-22-23-24 et 25 novembre.	—	7	—	116mm,7	—	16mm,7	—
1886	25-26-27 et 28 octobre.....	—	4	—	195mm,3	—	48mm,8	—
1887	17-18-19 et 20 juillet	—	4	—	94mm,9	—	23mm,7	—
	Totaux.....		29j.		1.170mm,9			
	Moyennes.....		2j.		78mm,»			
	Moyenne pour chaque jour de grande pluie :				40mm,3			

On voit, par les tableaux qui précèdent, qu'en ce qui concerne les grandes averses, la première période, comprenant 37 années, n'est signalée que par 14 grandes chutes d'eau, dont 4 donnent plus d'un millimètre par minute. La seconde période, celle des années contemporaines, est marquée par un nombre égal de grandes averses, on en compte même une de plus, bien que cette période ne comprenne que 15 années ; mais 3 seulement donnent plus d'un millimètre d'eau par minute. La plus grande averse est celle qui eut lieu le 20 août 1834, qui, dans trois quarts d'heure, donna 66mm,1 d'eau, soit 1mm,469 par minute.

A la seconde page de son premier registre, M. Guérin fait connaître, dans la colonne d'observations, en face de la journée du 8 novembre 1801, que ce jour-là il plut depuis le matin jusqu'à 10 heures du soir, et qu'il tomba 28 pouces 1 ligne d'eau, c'est-à-dire 758mm,2, plus qu'il n'en tombe pendant toute la durée d'une année pluvieuse. On pourrait douter de l'exactitude de ce renseignement, d'autant plus que M. Guérin n'avait pas encore installé de pluviomètre, si, dans le livre qu'il a publié à Avignon en 1829, intitulé : *Mesures barométriques* (imprimerie Guichard aîné), il ne faisait pas mention de pluies plus extraordinaires encore. En effet, on lit à la page 170 de ce livre : « Cette pluie (la grande pluie de la journée du 4 octobre 1806) ne peut être comparée à celle de 29 pouces 3 lignes (789mm,8) tombée à Joyeuse en 22 heures, le 9 octobre 1827, ni à celle de 30 pouces (810 millimètres) tombée à Gênes le 25 octobre 1822. »

En comparant les moyennes dans les deux périodes, on trouve, dans la première, une durée moyenne de 57 minutes par averse, et une quantité moyenne de pluie de 40mm,2 par averse ; ce qui donne une moyenne générale de 0mm,705 de pluie par minute. Dans la seconde période, la durée moyenne des grandes averses est de 65 minutes par averse, et une quantité moyenne de pluie de 32mm,3 par averse; ce qui donne une moyenne générale de 0mm,5 par minute. D'où il résulte que les grandes averses ont été plus fortes, mais moins nombreuses, dans la première période que dans la seconde.

En ce qui concerne les grandes pluies, dans la première période on en compte 19 ayant eu une durée totale de 65 jours, pendant lesquels il est tombé 1963mm,9 d'eau ; ce qui donne une moyenne de 30mm,2 d'eau par jour de grande pluie. Dans la seconde période, on compte 15 grandes pluies ayant eu une durée totale de 29 jours, pendant lesquels il est tombé 1170mm,9 d'eau ; ce qui donne une moyenne de 40mm,4 d'eau par jour de grande pluie. Ainsi, dans la période contemporaine, les grandes averses, quoique plus nombreuses, donnent moins d'eau, et les grandes pluies en donnent plus que dans la première période. Ce phénomène fait certainement partie d'un ensemble de circonstances dépendant d'une loi de la nature modifiant peu à peu le régime des pluies, et dont la conséquence est non seulement une plus grande pluviosité dans les temps contemporains, mais encore une meilleure répartition dans la distribution des pluies ; d'où il résulte que nous n'avons plus tant à souffrir maintenant des sécheresses qui, autrefois, désolaient nos campagnes.

SÉCHERESSES

En effet, dans la période contemporaine, de 1873 à 1887, on ne compte que trois années où des mois entiers se sont écoulés sans pluie : ce sont les années 1876 (mois de juillet), 1878 (mois de juillet et de septembre) et 1883 (mois d'août). Ainsi, pendant ces quinze années consécutives, il y a eu absence de pluie dans quatre mois seulement : 2 en juillet, 1 en août et 1 en septembre, soit 2,22 0/0 ; et il faut remarquer que ces petites périodes de sécheresse se sont produites à des époques où les principales cultures n'ont, pour ainsi dire, pas besoin d'eau. Il n'en a pas été ainsi dans la première période, de 1805 à 1841 ; car, pendant ces trente-sept années, il y a eu absence de pluie dans 49 mois, soit 11,03 0/0.

En 1805 — 2 mois : août et octobre.
1811 — 1 mois : novembre.
1813 — 3 mois : février, mars et août.
1814 — 2 mois : février et mars.
1815 — 5 mois : mars, avril, mai, juillet et août.

En 1816 — 3 mois : février, mars et août.
1817 — 2 mois : février et mars.
1818 — 2 mois : juin et juillet.
1820 — 2 mois : mai et juin.
1821 — 3 mois : février, juin et novembre.
1822 — 3 mois : février, mars et juillet.
1823 — 1 mois : décembre.
1824 — 1 mois : juillet.
1825 — 3 mois : janvier, février et août.
1826 — 1 mois : janvier.
1827 — 1 mois : juillet.
1830 — 2 mois : avril et octobre.
1831 — 1 mois : novembre.
1832 — 1 mois : juillet.
1833 — 1 mois : décembre.
1835 — 2 mois : juillet et décembre.
1836 — 1 mois : juillet.
1837 — 1 mois : octobre.
1839 — 2 mois : juin et juillet.
1840 — 2 mois : mars et juillet.
1841 — 1 mois : juin.

TOTAL... 49 mois.

La sécheresse qui a duré le plus s'est produite en 1815. Pendant cette année, il n'est pas tombé une seule goutte d'eau du 14 février au 6 juin (112 jours) et du 9 juin au 29 septembre (111 jours). Du 1er janvier au 10 octobre de cette même année 1815, il n'y a eu que 6 jours de pluie, ne donnant ensemble que $89^{mm},6$ d'eau (le 29 janvier $7^{mm},6$, le 30 janvier $8^{mm},2$, le 14 février $27^{mm},7$, le 6 juin 10 millimètres, le 9 juin $9^{mm},1$ et le 29 septembre 27 millimètres). Il n'y a eu un peu de pluie qu'en octobre et en novembre ; aussi n'est-il tombé, durant toute cette année 1815, du 1er janvier au 31 décembre, que $277^{mm},7$ d'eau en 18 jours de pluie seulement.

L'année 1816, qui a suivi, n'a guère été mieux partagée sous le rapport des pluies ; car il n'est pas tombé une goutte d'eau du 25 janvier au 10 avril (74 jours), ni du 29 juillet au 21 septembre (53 jours). L'année 1817 est aussi marquée par une grande sécheresse : il n'y a eu que 24 jours de pluie dans toute l'année, et ces 24 jours de pluie n'ont donné que $395^{mm},7$ d'eau. L'année 1818 n'a donné que $381^{mm},3$ d'eau en 30 jours de pluie. L'année 1820, qui donne $563^{mm},2$ d'eau, n'a eu que 27 jours de pluie. L'année 1821, qui donne $491^{mm},9$ d'eau, ne compte que 23 jours de pluie. L'année 1822, avec 27 jours de pluie ne donne que $313^{mm},5$ d'eau. Il en a été à peu près de même pendant les années suivantes et pendant celles qui ont précédé 1815. Cependant, comme on peut le remarquer dans les tableaux pluviométriques, on voit la pluviosité s'accentuer de plus en plus, d'une manière générale, à mesure qu'on approche de

la fin de la première période : les pluies deviennent alors plus fréquentes et plus abondantes, sans toutefois atteindre cette sorte de régularité qu'on remarque dans la distribution de la pluviosité pendant la période contemporaine.

Il ressort de ce qui précède que plus nous avançons dans les temps, plus il pleut, et on a pu remarquer que, pendant ces trois dernières années, qui ne sont pas comprises dans ce travail, les pluies ont été relativement très abondantes. En effet, il y a eu, en 1888, à Manosque, 80 jours de pluie donnant 763mm,3 d'eau, et, en 1889, à Digne, 91 jours de pluie donnant 896mm,9 d'eau. L'année actuelle, 1890, promet de nous en donner davantage encore ; car déjà, du 1er janvier jusqu'à ce ce jour, 31 mai, nous comptons 42 jours de pluie ayant donné 430mm,6 d'eau. Le présent mois de mai, à lui seul, nous a gratifiés de 15 jours de pluie, donnant 149mm,2 d'eau.

(En réalité, l'année 1890 a donné 781mm,6 d'eau, répartis en 75 jours de pluie.)

S'il faut en croire une note de M. Guérin, insérée dans ses Bulletins météorologiques de l'année 1811, l'eau de pluie tombée à Marseille, de 1770 à 1779 inclusivement, se répartit de la manière suivante :

1770....	10 pouces 0 ligne	= 270mm,»	1775....	17 pouces 8 lignes	= 477mm,»
1771....	13 — 3 —	= 357mm,7	1776....	20 — 0 —	= 540mm,»
1772....	52 — 2 —	= 1.408mm,4	1777....	21 — 5 —	= 578mm,2
1773....	24 — 2 —	= 652mm,4	1778....	20 — 1 —	= 542mm,2
1774....	16 — 8 —	= 450mm,»	1779....	17 — 8 —	= 477mm,»

Si l'on fait exception de l'année 1772, dont la pluviosité a été énorme, on voit que les quantités d'eau de pluie sont très faibles et très inégales, et que les trente dernières années du siècle précédent font partie d'une grande période de sécheresse qui tend à disparaître de nos jours.

Il est donc bien démontré que les pluies sont plus fréquentes, plus abondantes et mieux réparties dans les temps actuels qu'autrefois, et cependant il est vrai que nos sources nous donnent moins d'eau, que plusieurs ont tari, et que le débit de nos rivières est beaucoup moindre qu'autrefois. D'où peut provenir ce phénomène contradictoire : il tombe plus d'eau et nos sources sont moins abondantes ? Pour l'expliquer, on l'attribue au déboisement des montagnes, au défrichement des terres. Sans doute, un sol gazonné et couvert de forêts entretient l'humidité de l'atmosphère et la fraîcheur de la terre en ne permettant pas une évaporation trop active ; mais cela ne saurait donner une explication suffisante et rationnelle du phénomène qui nous occupe. Il faut admettre qu'à des époques très reculées il tombait des masses d'eau considérables

qui ont rempli les bassins souterrains et ont alimenté surabondamment toutes les sources et toutes les rivières. Les pluies devenant, par la suite des siècles, toujours moins abondantes, les sources ont peu à peu diminué leur débit, les bassins souterrains se sont insensiblement vidés, et les petites rivières n'ont plus été alimentées. Pour que les choses reviennent à leur état primitif, il faut que les pluies deviennent de plus en plus abondantes, de plus en plus fréquentes, et alors les réservoirs souterrains recevront chaque année plus d'eau qu'ils ne pourront en perdre, et se rempliront de nouveau par la suite des temps. Pouvons-nous espérer ce retour des grandes pluies? Les sources qui ont tari recommenceront-elles à couler? Cela me paraît probable, je dirai même certain; car les modifications qui se produisent dans le régime général des pluies, modifications constatées par les observations dont je viens de faire connaître le résultat, sont certainement dues, non pas au déboisement des montagnes ni au défrichement des terres, comme on semble le croire, mais bien au troisième mouvement dont le globe terrestre est animé, c'est-à-dire à la *précession des équinoxes* (1), mouvement qui consiste, comme on le sait, dans le déplacement excessivement lent de la direction de l'axe de la terre, et qui s'effectue dans l'espace de vingt-cinq mille ans environ.

Le déplacement très lent, mais continu, de la direction de l'axe de la terre, doit nécessairement avoir des conséquences. Un météorologiste très distingué, M. Péroche, dans un mémoire inséré dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France* (numéro d'août 1883), développe savamment les influences qu'exerce la précession des équinoxes sur les températures dans les deux hémisphères. Si donc la précession des équinoxes modifie la distribution de la chaleur sur la surface du globe, elle doit nécessairement aussi modifier le régime des pluies. Comment ces modifications peuvent-elles être amenées? Évidemment par le déplacement de la trajectoire des grandes dépressions océaniennes. Cette trajectoire, par suite du mouvement rétrograde de l'axe de la terre, a dû s'infléchir peu à peu vers le nord, et laisser graduellement notre région en dehors de son rayon d'action. En étudiant les cartes que le Bureau central météorologique de France dresse tous les jours, comme aussi les cartes mensuelles indiquant la marche des dépressions ou cyclones, on constate que ces cyclones, venus des côtes est des États-Unis d'Amérique, se dirigent du sud-ouest au nord-est, en traversant l'Atlantique, passent au nord de l'Irlande et de l'Écosse, longent les côtes de la Norvège, et se comblent peu à peu en

(1) Ce mouvement, exécuté en sens rétrograde, c'est-à-dire de gauche à droite, est dû à la différence de poids des deux hémisphères de notre planète : l'hémisphère nord est sensiblement plus lourd que l'hémisphère sud; ce qui fait que la terre, dans son mouvement rotatoire, se comporte exactement comme une toupie quand elle va cesser de tourner : elle se balance, et son axe décrit, dans l'espace d'environ vingt-cinq mille ans, deux cônes renversés, dont les sommets sont au centre de la terre et les bases aux deux pôles.

s'avançant vers l'est du pôle nord. Dans ces conditions, notre région se trouve en dehors du rayon d'action de ces dépressions, et nous n'avons pas de pluie, alors qu'il pleut abondamment sur l'ouest et le nord-ouest de la France. Mais quand un de ces cyclones, s'écartant de la route généralement suivie, aborde l'Europe par un des points situés entre Bayonne et Brest, ou entre le cap Saint-Vincent et l'entrée de la Manche, alors son action s'exerce sur notre région avec d'autant plus d'intensité que son centre se rapproche le plus de notre latitude, et nous avons des pluies abondantes. C'est sans doute par là que les dépressions océaniennes abordaient, dans les siècles reculés, le continent européen, et c'est cette route qu'elles tendent à reprendre.

La révolution de la terre sur son axe produit les alternatives du jour et de la nuit; son mouvement autour du soleil amène la diversité des saisons; pourquoi son troisième mouvement, la précession des équinoxes, n'amènerait-il pas des changements dans les phénomènes météorologiques? Il y a un cycle lunaire et un cycle solaire; pourquoi n'y aurait-il pas un troisième cycle, que j'appellerais *cycle équinoxial*, ramenant les mêmes phénomènes météorologiques après une période de vingt-cinq mille ans environ, temps que met notre planète pour effectuer son troisième mouvement?

De ce qu'il pleut tout autant de nos jours sur notre région, et même plus, que dans les premières années de ce siècle, il ne s'ensuit pas, à mon avis, que, dans les siècles antérieurs, il n'ait pas plu davantage encore. Qu'est-ce, en effet, qu'un siècle par rapport au temps que met notre planète pour effectuer son troisième mouvement, vingt-cinq mille ans? C'est un peu plus d'un jour par rapport à l'année. Je suis amené à supposer que, dans les temps très reculés, c'est-à-dire il y a deux, trois, quatre, cinq mille ans et plus encore, il devait pleuvoir beaucoup plus sur notre région que dans le siècle actuel ou que dans le siècle passé, par ce fait que les plaines de notre contrée, qui n'étaient que de vastes marais, se sont peu à peu asséchées. Si, dans ces temps reculés, il pleuvait beaucoup plus que de nos jours, c'est que notre région se trouvait comprise alors dans le périmètre d'action des grandes dépressions océaniennes, les seules qui nous donnent des pluies abondantes. Et si, maintenant, et depuis bien longtemps, nous n'avons plus les mêmes quantités de pluie, ne serait-ce pas parce que les dépressions de l'Atlantique n'atteignent plus, en général, notre région, comme elles devaient le faire dans les temps anciens? La trajectoire de la plupart des cyclones océaniens ne s'est-elle pas transportée peu à peu vers le nord? S'il en est ainsi, comme tout porte à le croire, il faut nécessairement admettre que cela n'est pas le fait du hasard, mais bien la conséquence d'une loi de la nature, et que cette loi est une cause à laquelle il faut attribuer le déplacement très lent, mais constant, de la direction de l'axe de la terre.

Je viens de dire qu'un siècle est, par rapport à la durée de la précession des équinoxes, c'est-à-dire vingt-cinq mille ans environ, à peu près ce qu'un jour est par rapport à la durée d'une année. On peut donc déduire de là qu'un siècle est au siècle suivant ou au siècle précédent, à peu près comme un jour quelconque de l'année est au jour qui le suit ou le précède; c'est-à-dire qu'en général deux ou plusieurs jours consécutifs diffèrent fort peu entre eux sous bien des rapports, notamment sous le rapport de la température et de la durée du jour et de la nuit; mais il n'en est plus ainsi quand on compare deux jours pris à deux, trois, quatre mois d'intervalle l'un de l'autre. Il en est certainement de même pour les siècles, considérés au point de vue de la précession des équinoxes.

CONCLUSION

Des observations dont je viens de rendre compte, et des considérations qui précèdent, il résulte ce fait que la période qui s'est écoulée entre l'année 1770 et l'année 1870 constitue le siècle où les pluies ont été le moins abondantes, puisque nous voyons la pluviosité augmenter à partir de 1873, et, d'une manière générale, s'accentuer de plus en plus depuis cette époque jusqu'à ce jour. Dès lors on peut conclure : 1° que nous franchissons, à l'époque actuelle, le point de l'espace où l'axe de la terre a achevé la moitié de sa rotation; c'est-à-dire que nous sortons de la période du cycle équinoxial où les grandes dépressions de l'Atlantique se sont le plus élevées vers le nord; 2° que leurs trajectoires vont se rapprocher de plus en plus de notre région en s'inclinant peu à peu vers le sud, et que, par conséquent, la pluviosité deviendra, de siècle en siècle, toujours plus grande. C'est ce que nos arrière-petits-neveux pourront vérifier dans quelques milliers d'années.

M. A. FOURNIER

Naturaliste au Musée de Niort.

MONOGRAPHIES GÉOLOGIQUES DES COMMUNES DU DÉPARTEMENT DES DEUX-SÈVRES

— Séance du 18 septembre 1891 —

En entreprenant ces études de détail dans le département des Deux-Sèvres, notre intention a été de recueillir une série de documents précis sur sa structure géologique, d'analyser par le menu les diverses phases par lesquelles a dû passer le sol de notre pays avant d'acquérir sa confi-

guration actuelle, enfin de fournir à l'industrie de nombreux renseignements sur les matériaux utilisables, et à l'agriculture des données nécessaires à une bonne et intelligente exploitation.

Le sol de notre région présente, avec des caractères nettement tranchés, trois grandes divisions générales établies depuis longtemps : *Bocage*, *Plaine* et *Marais*. Chacune d'elles correspond à une division géologique bien définie, mais chacune d'elles aussi varie dans de grandes proportions et suivant certaines règles qu'il serait nécessaire de déterminer.

Si nous ne rencontrons que très rarement les couches sédimentaires disloquées et rejetées à des distances verticales énormes, comme cela a lieu autour du plateau central, dans les environs de Marseille et sur bien d'autres points, le peu de puissance de nos étages géologiques, les caractères nets et précis de leurs niveaux fossilifères permettent de constater des ruptures ou failles avec rejets d'une importance relativement minime, mais néanmoins fort intéressantes par leurs relations avec les mouvements antérieurs dévonien, carbonifères, siluriens ou autres.

Nous soumettons aujourd'hui, au Congrès de l'Association française, deux exemplaires manuscrits de nos cartes communales au 1/20.000e (les études sur le terrain sont faites au 1/10.000e) : l'une, très simple, la commune de Magné, sise aux portes de Niort, à la naissance du marais d'eau douce de la Sèvre niortaise ; l'autre, plus compliquée, la commune de Sainte-Pezenne, qui montre bien la multiplicité des petits mouvements avec rejets qui caractérisent une ligne de rupture des terrains jurassiques située plus au nord, suivant la direction de mouvements d'âge plus ancien. Le petit affleurement de phyllade quartzeux du Moulin d'Anne, sur la rive droite de la Sèvre, au nord du bourg de Sainte-Pezenne, limite ce mouvement au sud.

La *Monographie géologique de la commune de Saint-Florent*, que nous avons publiée à nos frais, il y a quelques années, et dont nous nous faisons un plaisir d'offrir quelques exemplaires aux membres du Congrès, peut donner une idée du travail entrepris. Nous serions heureux de voir MM. les géologues de l'Association française critiquer ce premier essai, et nous fournir ainsi matière à perfectionner notre œuvre dans l'avenir.

Nos recherches ont eu, jusqu'à ce jour, un caractère essentiellement privé ; aussi comprendra-t-on facilement la marche lente du travail. Toutefois, les minutes au 1/10.000e sont faites pour toutes les communes du canton de Niort, à l'exception de Saint-Rémy et de Saint-Maxire, non terminées ; nous avons également en carton des amorces de chacune des communes limitrophes. Espérons néanmoins qu'il nous sera donné de disposer un jour de ressources suffisantes pour nous permettre d'achever notre tâche et d'étendre à tout le département le relevé détaillé que nous avons entrepris.

M. Émile RIVIÈRE

à Paris.

NOUVELLE STATION QUATERNAIRE SUR LES BORDS DE LA VÉZÈRE. L'ABRI SOUS ROCHE DE PAGEYRAL

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'année dernière, à la suite du Congrès de Limoges et après avoir pris part à l'excursion finale, je suis resté sur les bords de la Vézère pour reprendre l'exploration de la station quaternaire de Pageyral, dont j'ai eu l'honneur de vous dire seulement quelques mots il y a plusieurs années.

Cette station ou abri sous roche, que j'ai appelée du nom de son propriétaire, M. Mercier Pageyral, qui avait bien voulu m'en réserver exclusivement la fouille, est située à 2 kilomètres environ de Cro-Magnon, sur la rive gauche de la Vézère, à une cinquantaine de mètres environ du lit de cette rivière et à 1 ou 2 mètres au-dessus de ses plus hautes eaux, en face de l'île dite de Malaga, ou mieux du village de Mas, lequel dépend de la commune de Saint-Cyprien, en face aussi, mais à quelques centaines de mètres en amont, de Laugerie-Haute. L'immense paroi rocheuse qui la surplombe et lui forme un véritable abri porte le nom de rocher Delluc. Enfin, à 15 ou 20 mètres environ en amont on rencontre une source, dont les eaux limpides et pures, d'une fraîcheur délicieuse, semblent sortir du rocher et coulent dans le pré jusqu'au bord de la Vézère où elles se jettent.

C'est dans une direction perpendiculaire au rocher que j'avais fait faire, la première fois, après plusieurs sondages préalables, une tranchée de $3^m,75$ de longueur sur $1^m,60$ de largeur et $1^m,45$ de profondeur. Dans cette première exploration j'avais découvert sous une couche de terre végétale, d'une épaisseur de 25 à 30 centimètres selon les points, mêlée de quelques pierrailles, un foyer parfaitement caractérisé et renfermant, avec des silex taillés et quelques objets en os, une faune représentée par les espèces suivantes :

A. FAUNE

1° Vertébrés.

a. — *Mammifères.*

Carnassiers. — Le Renard, *Canis vulpes;* le Chacal, *Canis aureus.*
Pachydermes. — Le Sanglier, *Sus scrofa.*

RUMINANTS. — Le Renne, *Tarandus rangifer ;* le Cerf élaphe, *Cervus elaphus ;* le Chevreuil, *Cervus capreolus ;* le Bœuf primitif, *Bos primigenius.*

b. — *Oiseaux.*

OISEAUX DE PROIE DIURNES. — Le Milan royal, *Falco milvus.*
GALLINACÉS. — Un faisan, *Phasianus.*

2° INVERTÉBRÉS.

MOLLUSQUES. — Une coquille du genre *Helix,* l'*Helix nemoralis.*

B. INDUSTRIE

Quant aux objets que j'avais recueillis et qui constituent l'industrie des habitants primitifs de l'*Abri Pageyral*, ils consistaient :

a. Objets en os. — En un seul poinçon en os, poinçon double, non entier, brisé à l'une de ses extrémités, de forme aplatie, et de 49 millimètres de longueur sur 8 millimètres de largeur.

b. Silex taillés. — Ce sont : 1° une petite flèche triangulaire à encoches, très finement retaillée sur ses deux faces ; 2° de nombreuses lames plus ou moins longues et la plupart sans retouches ; 3° deux grattoirs ; 4° plusieurs burins ; 5° des pointes plus ou moins bien conservées ; 6° des percuteurs ou marteaux ; 7° des nuclei ; 8° enfin de nombreux éclats.

Tels étaient les résultats que j'avais obtenus dans une première exploration, lorsque j'ai profité du Congrès de Limoges pour reprendre mes fouilles au même endroit et, la première journée, en présence de notre savant collègue, M. Vilanova y Piera, professeur de paléontologie à l'Université de Madrid.

La tranchée que j'ai fait creuser cette fois comporte des dimensions tout autres : elle mesure 6 mètres de longueur sur $4^{m},80$ de largeur et $3^{m},24$ de profondeur, laquelle aurait été beaucoup plus considérable — et je serais descendu beaucoup plus bas — si je n'avais été arrêté par une nappe d'eau souterraine. Néanmoins, le cube de terre et de pierres que j'ai enlevé ne mesure pas moins de *quatre-vingt-treize mètres*, et c'est dans cette masse que j'ai recueilli les nombreux documents dont il me reste à donner la nomenclature. Mais auparavant j'appellerai l'attention des membres de la Section de Géologie sur la coupe du terrain *(fig. 1)*, dont les dimensions de la fouille m'a permis de bien étudier les diverses couches et de les distinguer nettement les unes des autres.

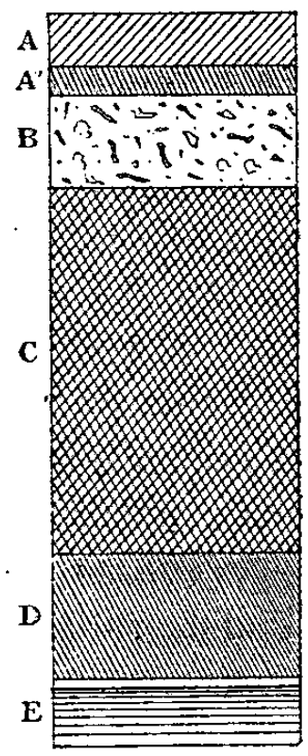


Fig. 1.

Tout d'abord, après avoir débarrassé le sol des quelques broussailles et de tous les détritus modernes qui le recouvraient, ainsi

que d'une certaine quantité de petites pierres brisées, aux arêtes tranchantes, aux angles vifs, provenant de l'effritement continu du rocher, on trouve une première couche de terre végétale (A), très irrégulière, dont l'épaisseur varie entre 18 et 24 centimètres, soit 21 centimètres en moyenne. Il est inutile de dire que, dans cette première couche, je n'ai absolument rien trouvé.

Au-dessous, en certains points et non partout, on constate l'existence d'une bande de terre, d'un rouge brique plus ou moins prononcé (A′), comme brûlée, teinte due bien certainement à l'action du feu, avec çà et là des traces de charbon. Cette bande, comme la première couche du reste, dont elle ne diffère que par sa coloration, ne renferme, non plus que celle-ci, aucun ossement, aucun silex, mais seulement quelques rares coquilles, genre *Helix*, l'*Helix nemoralis* et genre Cyclostome, le *Cyclostoma elegans*. Cette bande, lorsqu'elle existe, mesure entre 3 et 4 centimètres d'épaisseur.

C'est immédiatement au-dessous d'elle et en contact direct avec elle qu'existe le véritable foyer (B) des habitants quaternaires du rocher Delluc. Ce foyer, dont l'épaisseur est presque nulle contre le rocher, s'accentue, au contraire, au fur et à mesure qu'il s'en éloigne, acquérant peu à peu 10, 20, 30, 40 et même jusqu'à 60 centimètres d'épaisseur, pour diminuer ensuite et disparaître même complètement à une douzaine de mètres de distance de la paroi rocheuse, point où j'ai fait également une fouille, mais qui ne m'a donné là aucun résultat. C'est dans ce foyer minutieusement étudié que j'ai trouvé sinon l'unanimité des pièces dont je parlerai tout à l'heure, du moins l'immense majorité de ces objets (ossements, dents, coquilles, silex, etc.)

Prolongeant en profondeur cette fouille, j'ai constaté l'existence d'une couche jaune clair ou rouge jaunâtre (C) formée de pierrailles provenant, comme celles que l'on remarque en très petite quantité à la surface du sol, de l'effritement du rocher Delluc. Cette couche, d'une épaisseur relativement considérable, puisqu'elle mesure $1^{m},80$, renferme çà et là quelque bloc détaché du rocher et plus ou moins volumineux.

Les quelques rares objets que j'y ai trouvés comme perdus au milieu des petites pierres sont : 1° des ossements de petits Murins ; 2° des coquilles d'*Helix arbustorum* (lesquelles sont le plus souvent accumulées en un certain nombre par places sous quelque bloc de pierre un peu gros) et de *Cyclostoma elegans;* 3° quelques lames ou éclats de silex.

Enfin, cette couche est séparée de la nappe d'eau souterraine (E) par une épaisseur de terre argileuse (D) mesurant $0^{m},90$ dans laquelle je n'ai absolument rien trouvé.

Voici maintenant la liste des objets recueillis dans le foyer B :

A. — FAUNE

1° Vertébrés

a. — *Mammifères.*

Insectivores.— Le Hérisson, *Erinaceus europæus,* représenté par une mâchoire inférieure du côté droit, renfermant encore dans leurs alvéoles une incisive, une prémolaire et deux molaires ;

La Taupe ordinaire, *Talpa europæa :* la mâchoire inférieure droite avec ses dernières dents molaires.

Carnassiers.— La Panthère, *Felis pardus,* dont j'ai trouvé une incisive latérale supérieure droite.

Le quatrième métatarsien gauche *(fig. 2)* d'un animal qu'il ne m'a pas été possible de déterminer, non plus que M. le professeur Albert Gaudry et M. Boule, auxquels je l'ai soumis. En tous cas, il ne provient, ni d'un *Ursus,* ni d'un *Gulo,* ni d'un *Felis,* ni d'un Rongeur de forte taille.

Un Chat sauvage assez grand, *Felis catus ferus :* une mâchoire inférieure gauche pourvue de ses trois dents molaires en bon état de conservation.

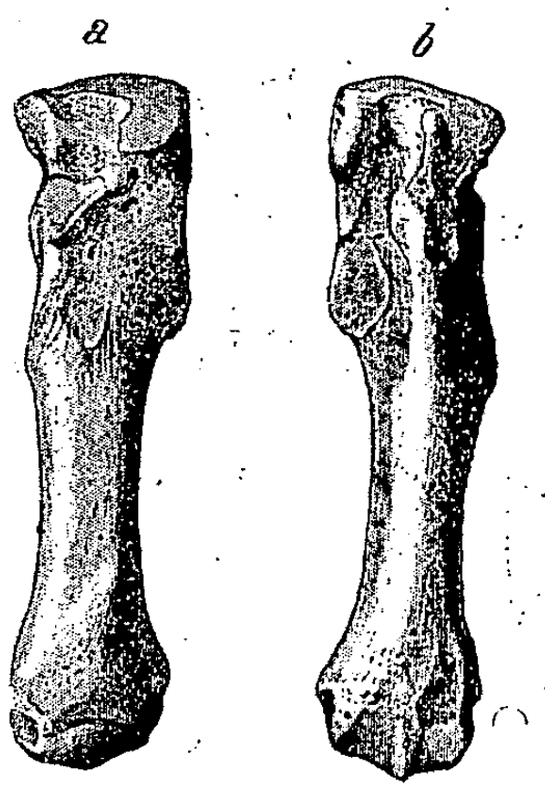


Fig. 2.

Rongeurs. — La Marmotte, *Arctomys primigenia :* deux grandes dents incisives brisées.

Un Rat de la taille du *Mus arvalis :* un os iliaque et un fémur.

Un Castor, *Castor fiber :* une dent incisive, deux fortes molaires et un troisième métacarpien gauche.

Un Lapin sauvage de taille ordinaire, *Lepus cuniculus :* un os iliaque, un cubitus et un radius appartenant à l'avant-bras gauche.

Un Lapin plus petit que le précédent quoique adulte, *Lepus...* . l'extrémité supérieure du cubitus droit.

Pachydermes. — Un Cheval de taille ordinaire, *Equus caballus :* mâchoire inférieure, pourvue de toutes ses dents molaires, celles-ci très bien conservées, tandis que le maxillaire est tombé en poussière en voulant le dégager ; un os stylien ; un astragale.

Un Sanglier, *Sus scrofa :* une dent incisive de lait, une incisive d'adulte, une dent canine de lait, une prémolaire et deux métacarpiens.

Ruminants. — Le Renne, *Tarandus rangifer :* ossements et dents.

Le Cerf élaphe, *Cervus elaphus :* ossements, dents, fragments de mâchoires d'individus jeunes et adultes ; quelques rares fragments d'andouillers.

Le Chevreuil, *Cervus capreolus :* quelques ossements et des dents en petit nombre. Une chèvre de taille un peu plus petite que la *primigenia* des grottes de Menton, peut-être la *Capra ibex ;* plusieurs dents molaires supérieures et inférieures.

Un Bœuf quaternaire, *Bos primigenius :* dents et ossements en petit nombre provenant d'un animal adulte.

b. — *Batraciens.*

J'ai trouvé seulement deux pièces osseuses de Batraciens anoures, indéterminables.

c. — *Oiseaux.*

Oiseaux de proie diurnes.—Le Milan, *Falco milvus :* un radius gauche. *(Fig. 3.)*

Oiseaux de proie nocturnes. — Le Hibou, *Otus...:* un tarso-métatarsien aux épiphyses non soudées provenant de la taille du Hibou brachyote, *Otus brachyotus*, signalé déjà aux Baoussé-Roussé en Italie. *(Fig. 4.)*

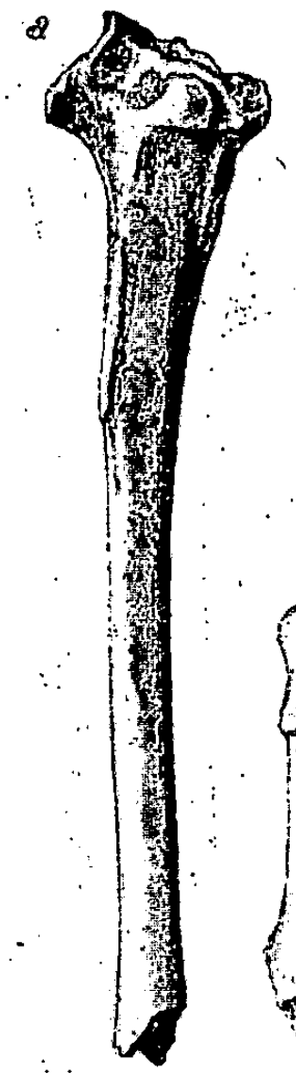


Fig. 3.

Passereaux. — Un corvidé de la taille du Chocard des cavernes *(fig. 5)*, le *Pyrrhocorax primigenius*, déjà trouvé dans le bassin de la Dordogne, notamment à Excideuil et aux Eyzies : un os coracoïde gauche. Il a été trouvé aussi dans les grottes de Menton.

Gallinacés.— Le faisan ordinaire, *Phasianus* : un tibia gauche presque entier. *(Fig. 6.)*

Enfin, je dois citer un os vomer d'oiseau, mais d'une espèce impossible à déterminer d'après ce seul fragment osseux.

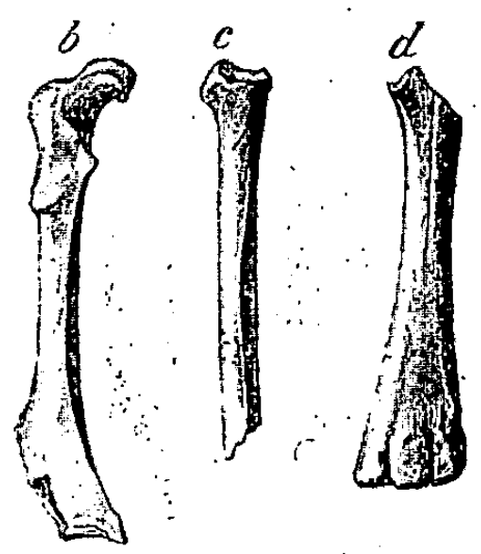


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

2° Invertébrés

Mollusques terrestres.

Gastéropodes. — Ils sont représentés par de nombreuses coquilles formant seulement trois groupes: le genre *Helix*, le genre *Zonites* et le genre *Cyclostoma*.

Ce sont : 1° l'*Helix nemoralis*, l'*Helix arbustorum*, l'*Helix hortensis* et l'*Helix Desmoulinsi ;* 2° un *Zonites* en trop mauvais état pour être déterminé ; 3° le *Cyclostoma elegans*.

En résumé, si à ces animaux j'ajoute les deux espèces que j'ai trouvées lors de mes fouilles de 1887 et que je n'ai pas rencontrées dans cette seconde exploration, c'est-à-dire le Renard, *Canis vulpes*, et le Chacal, *Canis aureus*, on voit que la faune de l'abri sous roche de Pageyral comporte trente et une espèces animales différentes : soit 25 Vertébrés, dont 19 Mammifères, 1 Reptile, 5 Oiseaux ; et 6 Invertébrés appartenant tous à la grande famille des Gastéropodes.

Les Mammifères comportent 2 *Insectivores :* le Hérisson et la Taupe ; *5 Carnassiers :* le Renard, le Chacal, la Panthère, un animal resté indéterminé, et le Chat sauvage ; *5 Rongeurs :* la Marmotte primitive, le Rat des champs, le Castor, le Lapin sauvage et un Lapin plus petit ; *2 Pachydermes :* le Cheval et le Sanglier ; enfin, *5 Ruminants :* le Renne, le Cerf élaphe, le Chevreuil, une Chèvre de taille ordinaire, un Bœuf quaternaire.

Les Reptiles comportent un seul animal, un Batracien anoure.

Les Oiseaux renferment cinq espèces différentes : le Milan, le Hibou, le Chocard des cavernes, le Faisan, et un animal indéterminé.

Quant aux Invertébrés, ce sont tous des mollusques gastéropodes, comme je l'ai dit tout à l'heure.

B. — INDUSTRIE

L'industrie dont j'ai trouvé les produits dans mes fouilles de l'an dernier appartient à l'époque magdalénienne. Elle est caractérisée par quelques objets en os et par de nombreux silex taillés.

a. — Objets en os. — Ces objets sont fort rares, aussi bien dans cette seconde fouille que dans la première, sur laquelle je n'ai pas à revenir ici.

Ils se composent :

1° De l'extrémité d'une sorte de ciseau taillé dans un andouiller de Cervidé. Sa longueur est de $0^m,039$, sa largeur de $0^m,022$.

2° De l'extrémité d'un instrument en os, de forme très aplatie, taillé dans une côte et mesurant $0^m,041$ de longueur sur $0^m,017$ dans sa plus grande largeur.

3° D'un poinçon en os à peu près entier, un peu aplati, légèrement incurvé, dont la pointe seule fait défaut. A la base on remarque deux sillons, à peu près parallèles, relativement profonds, dont l'un seulement est creusé sur la moitié du pourtour de l'instrument ou mieux sur la moitié de l'une des faces, tandis que l'autre occupe à peu près entièrement les deux faces, tout en étant plus profondément gravé sur la face occupée par l'autre sillon. La longueur de ce poinçon est de $0^m,065$ et sa largeur de $0^m,003$.

4° De deux autres pointes ou poinçons en os, non entiers, mesurant : l'un $0^m,051$ de longueur, l'autre $0^m,056$. Ce dernier a sa pointe presque intacte et assez effilée.

5° De plusieurs fragments d'autres pointes en os, dont la longueur oscille entre 27 et 33 millimètres. L'une de ces pointes, très aplatie, présente dans toute sa longueur, à égale distance de ses deux bords, une petite gouttière destinée peut-être à l'écoulement du sang, au cas où cette pièce eût servi de flèche.

6° Enfin, je dois citer encore un fragment de diaphyse osseuse brisée, fendue longitudinalement, qui porte sur sa face externe un sillon relativement assez profond, large de $0^m,002$, à bords mousses, creusé en travers de l'os et dirigé obliquement d'un bord à l'autre.

b. — Silex taillés. — J'ai trouvé de nombreux silex taillés dans le foyer de l'abri sous roche de Pageyral, exploré l'an dernier. Après avoir rejeté un grand nombre d'éclats sans aucune valeur, j'ai conservé seulement 353 pièces, lesquelles se divisent en :

1° *Grattoirs*, au nombre de treize seulement, dont deux sont à la fois des grattoirs et des burins : grattoirs par une de leurs extrémités, burins par l'extrémité opposée. Tous les grattoirs de l'abri Pageyral sont pourvus de retouches seulement à leur extrémité la plus grosse. L'un d'eux est aussi taillé en pointe du côté opposé au grattoir.

2° *Lames.* — Ce sont les pièces les plus nombreuses, qu'elles soient longues ou courtes, entières ou brisées. Elles présentent toutes des bords tranchants absolument dépourvus de toute retouche.

3° *Pointes.* — Les silex que l'on peut considérer réellement comme des pointes sont peu nombreux. Deux d'entre eux peuvent être regardés comme de petites flèches, mais aucune des pointes ne porte la moindre retouche. La pointe de flèche, qui mesure 0m,07 de longueur et 0m,04 dans sa plus grande largeur, présente la forme en amande ; elle est entière, sa pointe est à peu près intacte.

4° *Burins.* — J'ai trouvé en tout deux burins en silex, de forme parfaitement caractéristique, bien que je n'aie rencontré dans mes fouilles aucun os en bois de cervidé gravé de traits.

5° *Nucleus.* — Les nucleus sont très rares; dans la masse de terre que j'ai fait enlever de la tranchée, j'en ai recueilli deux seulement, un gros et un moyen.

J'ajoute que j'ai ramassé une dizaine de silex ayant subi l'action du feu et une grande quantité d'éclats de silex.

Tels sont, en résumé, les résultats de cette seconde exploration à l'abri sous roche de Pageyral. Je ferai remarquer, en terminant, que : 1° au point de vue de la faune, je n'ai trouvé aucun débris ou reste de ces grands animaux quaternaires, tels que l'Éléphant ou le Rhinocéros, quel que soit le soin avec lequel je les aie cherchés ; 2° au point de vue de l'industrie, je n'ai découvert aucun de ces os gravés de traits (bâtons dits de commandement ou autres), aucun de ces beaux harpons, dont certaines stations de la Vézère ont donné de si nombreux spécimens, tels, par exemple, que Laugerie-Basse et la Madeleine.

Il y a donc, jusqu'à présent, sous ce double point de vue, une différence très notable et importante à signaler entre ces stations et celle de l'abri sous roche de Pageyral.

M. MATHERON

Ingénieur civil, à Marseille.

SUR LES SÉRIES CRÉTACÉES D'EAU DOUCE ET D'EAU SAUMATRE DU MIDI DE LA FRANCE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Les couches crétacées de formation d'eau douce et d'eau saumâtre qui existent dans le midi de la France y sont disposées de la manière suivante :

1° Couches intercalées dans l'étage Cénomanien.

Groupes A et B, couches purement lacustres à la base, passant ensuite à des couches d'eau saumâtre.

Groupes C, D, E et F, pas de couches d'eau douce apparentes; couches d'eau saumâtre.

Groupe A. — Lignites de Saint-Paulet (Gard).

Étage Gardonien, Coquand. Étage Paulétien, Ém. Dumas.

D'abord considérés comme tertiaires, puis mis à leur véritable place par É. Dumas et par Coquand.

Faune presque entièrement nouvelle pour la science et dont l'étude permet de poser les conclusions suivantes :

Dans le principe des nappes d'eau douce dans lesquelles, à l'exclusion de mollusques pulmonés, vivaient des Corbicules qui ont péri lorsque l'eau est devenue saumâtre et auxquelles ont succédé, dans ces eaux saumâtres, d'autres animaux, au nombre desquels l'*Ostrea lignitarum*, Coquand, des Cyrena, des *Cerithium*, des *Cyprina*, des *Corbula*, des *Cassiope*, la *Gervillia Renauxiana*, etc.

Groupe B. — Lignites des environs de Sarlat (Dordogne).

Inconnus des anciens géologues, ces lignites reposent transgressivement sur le jurassique supérieur. Leur contemporanéité avec les lignites du Gard, proclamée par M. Meugy et par M. Arnaud, d'Angoulême, n'est pas douteuse.

La faune, qui diffère beaucoup de celle des lignites du Gard, est presque entièrement nouvelle. De son étude on peut conclure :

Pas de grandes nappes d'eau douce et absence de Corbicula; près de Simeyrols, présence d'un ou de plusieurs petits cours d'eau dans lesquels vivaient des mollusques pulmonés associés à des *Paludina*, des *Neritina*, des *Melania*, et l'*Ampullaria Faujasi*, qui se trouve aussi dans le Gard.

Les petits cours d'eau, sur les bords desquels vivaient des coquilles terrestres, avaient déterminé la création d'une zone paludéenne dans laquelle, à l'exclusion de mollusques pulmonés, vivaient surtout des *Melania*.

Plus tard, arrivée lente et graduelle des eaux saumâtres, *Ostrea lignitarum* comme dans le Gard, mais pas de Cyrènes, *Ostrea flabella*.

Groupes C, D, E et F.

Pas de couches d'eau douce. Couches d'eau saumâtre. Rapports paléontologiques entre eux et avec les dépôts du Gard et de la Dordogne.

C. — Gisement de Turben ou de la Barallière au nord du Beausset (Var).

Mince affleurement situé plus haut que l'étage rothomagien et recouvert par de puissantes couches avec *Cyclolite spinosa*, From., *Cycloseris provincialis*, Edw. et Haim., *Ostrea columba* et *Ostrea flabella*, *Strombus inornatus*, d'Orb.

D. — Gisement du Revest près de Toulon, nombreux fossiles subordonnés à l'*Ostrea flabella*.

E. — Gisement de Tourris, sur les hauteurs de la Valette, près de Toulon.

Fossiles remarquables, des *Cassiope*.

F. — Petit gisement de Fontfroide (Aude).

Quelques espèces recueillies par M. Depéret et que ce savant a bien voulu remettre à M. Matheron. Parmi ces espèces un *Cassiope* qui diffère de ceux de Montdragon et de Tourris.

En résumé, sur le Gardonien du midi de la France :

Faune composée de plus de 130 espèces de Gastéropodes et d'Acéphales d'eau douce et d'eau saumâtre, dont une dizaine au plus sont connues.

Littoral d'un sol émergé sur une grande étendue en longueur où existaient des eaux douces auxquelles sont venues se mêler les eaux de la mer, lesquelles ont fini par s'étendre sur les dépôts d'eau douce et d'eau saumâtre.

2° Couches intercalées dans l'étage Turonien.

G, *H* et *I*, trois gisements subordonnés à des couches à Hippurites.

G. — Lignites des environs d'Aigalier, entre Serviers et Baron, à 3 lieues environ au nord-ouest d'Uzès.

Séparés avec raison, par Ém. Dumas, des lignites gardoniens, ces lignites, qui font l'objet d'une bien chétive exploitation, sont d'une étude assez difficile. Les couches sont cachées sous un terrain plat. La faune n'est connue que par quelques espèces nouvelles qui n'ont été observées nulle autre part, dans le midi de la France.

H. — Couches d'apparences charbonneuses de la Mède, près Martigues.

Faune décrite en partie par M. Matheron et tout récemment, en partie aussi, par M. Depéret. Tentatives infructueuses d'exploitation. Gisement des belles empreintes végétales, découvertes par M. Vasseur.

Ce gisement paraît être au niveau stratigraphique des couches de Mornas.

La faune est riche en petites espèces d'eau saumâtre qui ne sont pas toutes décrites.

I. — Couches de la Tête-Rouge, à Allauch.

Gisement à étudier qui paraît avoir quelques rapports avec celui de la Mède.

3° Série d'eau douce et d'eau saumatre de Fuveau.

L'opinion émise en 1864 (1) par M. Matheron sur l'origine crétacée de cette série ayant été unanimement adoptée et les diverses notes qui ont été depuis publiées par lui sur le même sujet (2) n'ayant donné lieu à aucune controverse, on pouvait penser qu'il était admis par tous que les couches du bassin de Fuveau représentaient par leur ensemble, dans le sud-est de la France, l'étage campanien, les couches de Maëstricht et la Garumnien de Leymerie et que, sortant des généralités, il fallait en arriver

(1) *Bull. S. G.*, 2e s., t. XXI, 1864, p. 524 et suiv.

(2) *Bull. S. G.*, 2e s., t. XXIV, 1866, p. 48 ; t. XXV, 1868, p. 762. *Notice sur les reptiles fossiles du bassin à ignite de Fuveau*, Marseille, 1869. *Bull. S. G.*, 3e s., t. IV, 1876, p. 415 et suiv. *Recherches paléontologiques dans le midi de la France*, 1878, feuille O. I.

à décrire et à figurer les très nombreuses espèces fossiles qui caractérisent les divers étages qui constituent cette intéressante série (1).

Il ne paraît pas qu'il en soit ainsi aux yeux de tous.

En effet, par cette double raison qu'on a été obligé de faire remonter dans le Sénonien quelques-unes des couches à Hippurites, que d'Orbigny plaçait dans le Turonien, et qu'on a trouvé en Provence le *Rhynchonella petrocoriensis*, on a cru devoir placer immédiatement au-dessus de l'horizon de Maëstricht, en même temps que les couches de Rognac, toute la partie inférieure de la série de Fuveau et avec elle, ce qui est encore plus extraordinaire, des couches d'eau saumâtre qui appartiennent à l'étage santonien.

On ne voit pas en quoi le passage dans l'étage sénonien de quelques couches à Hippurites, considérées jusqu'alors comme turoniennes, peut, en quoi que ce soit, modifier l'opinion qu'on doit avoir sur les conséquences du grand mouvement qui se produisit dans le sol d'une partie de l'Europe pendant la durée de l'époque santonienne et infirmer ce qui a été dit, dans les écrits précités, sur les deux sortes de dépôts qui s'effectuèrent pendant la durée de cette époque, les uns dans des eaux saumâtres qui occupaient des surfaces qui venaient d'être abandonnées par la mer; les autres dans les zones demeurées en possession de l'eau de la mer.

C'est à ces derniers dépôts qu'appartiennent les couches du Gros-Piroou et du Gros-Mourre, près Martigues, et les couches de Moutins dans le bassin du Beausset, tandis que les couches d'eau saumâtre qui se montrent aussi dans les environs de Martigues et dans le bassin du Beausset constituent seules les couches du Plan d'Aups et celles de Gosau (Autriche).

C'est à la suite de ces dépôts santoniens que survint la mer Campanienne et alors, tandis que se déposaient sur bien des points, en France et dans certaines régions de l'Europe, les couches de craie blanche à Belemnitelles et à *Inoceramus Cripsi*, commençaient les dépôts du bassin de Fuveau, d'abord dans des eaux encore un peu saumâtres passant peu à peu à des eaux douces.

Circonstance à noter : c'est que, tandis qu'au santonien saumâtre du Plan d'Aups succédaient des couches d'eau saumâtre et d'eau douce appartenant à la série de Fuveau, la mer crétacée, revenant vers Gosau, déterminait au-dessus des couches santoniennes qui existent dans cette partie des Alpes autrichiennes et qui ressemblent, à s'y méprendre à celles du Plan d'Aups, le dépôt de nombreuses couches caractérisées par l'*Inoceramus Cripsi*.

(1) Ce travail va faire l'objet d'une publication de la *Paléontologie française*.

M. MATHERON

Ingénieur civil, à Marseille.

SUR LES ANIMAUX VERTÉBRÉS DANS LES COUCHES D'EAU DOUCE CRÉTACÉES DU MIDI DE LA FRANCE

— Séance du 19 septembre 1891 —

M. Matheron fait à la Section une communication sur le grand Crocodilien et le Dinosaurien dont la description sommaire a fait l'objet principal de la Notice sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, qu'il a publiée, en 1869, dans les *Mémoires de l'Académie de Marseille.*

1° Grand Crocodilien *(Hypselosaurus priscus).*

En 1869, ce reptile n'était connu que par quelques vestiges provenant des couches de grès de la partie inférieure du grand coteau qui domine la gare et le village de Rognac.

Depuis cette époque, M. Matheron a trouvé dans la partie occidentale de la vallée de l'Arc, dans le prolongement stratigraphique des couches arénacées de Rognac, quelques autres vestiges au nombre desquels se trouve la partie antérieure de l'os coracoïdien.

Mais c'est surtout dans une série d'ossements fossiles provenant du gisement de Fos d'Amphoux (Var) et qui est conservée dans la belle collection paléontologique de feu Ferdinand Panescorse, que M. Matheron a rencontré des pièces très remarquables, qui étaient de sa part l'objet d'une étude approfondie que la mort, hélas ! si prématurée de M. Panescorse fils a naturellement interrompue et que des considérations de hautes convenances ne lui permettent pas de reprendre de sitôt.

En l'état de la question, les faits observés n'infirment en rien les conclusions posées dans la Notice précitée, c'est-à-dire que l'*Hypselosaurus* était un animal essentiellement nageur, dont les vertèbres étaient concavo-convexes et dont l'ossature avait bien des rapports avec celle des crocodiles, à cette grande différence près, que tandis que toutes les pièces osseuses de ses membres antérieurs et postérieurs avaient des longueurs proportionnelles à celles des crocodiles, les vertèbres, à en juger du moins par les caudales, les seules connues, avaient des longueurs relativement bien moindres.

On peut juger de la taille vraiment gigantesque de l'Hypsélosaure en par-

tant de cette base que le tibia et le péroné avaient une longueur à très peu près de 1m,35 ; que la longueur du radius était de 0m,95 ; que les métatarsiens n'avaient pas moins de 0m,07 de largeur dans leur partie à peu près cylindrique et de 0m,12 de largeur à leur tête inférieure, ce qui correspond à un pied long de 1m,80 environ, et que la partie antérieure de l'os caracoïdien avait 0m,35 de largeur, ce qui correspond à une longueur de 0m,70.

Mais la longueur des vertèbres étant relativement de beaucoup moins grande que celle des crocodiles, il en résulte que, tandis qu'à un tibia de 1m,35 correspondrait, dans un vrai crocodile, une longueur totale de 24 mètres, il est extrêmement probable que la longueur totale de l'Hypsélosaure atteignait à peine 15 mètres.

2° Dinosaurien *(Rhabdodon priscum)*.

Les vestiges qui ont servi à la création de ce genre, extrêmement voisin du genre Iguanodon, proviennent tous d'un gisement rencontré par les travaux du percement du souterrain de la Nerthe ; il est bien évident, d'après cela, qu'on ne saurait s'attendre à en avoir encore de la même localité.

Mais un fait à noter, c'est qu'il existe dans la collection Panescorse quelques pièces appartenant au genre Rhabdodon, notamment la moitié supérieure d'une omoplate et une phalange unguéale du pied qui proviennent l'une et l'autre du gisement où se trouvent les vestiges de l'Hypsélosaure.

Ce fait prouve la contemporanéité des deux animaux dont il s'agit.

Ainsi qu'il l'a dit dans sa Notice de 1869, M. Matheron pense que l'Hypsélosaure et le Rhabdodon étaient à peu près les contemporains du *Mososaurus Camperi*, de Maëstricht.

M. Paul PALLARY

Professeur, à Oran.

LES FAUNES MALACOLOGIQUES PLIOCÈNE ET QUATERNAIRE DES ENVIRONS D'ORAN

— Séance du 19 septembre 1891. —

I

Presque tout le littoral oranais, depuis Nemours jusqu'à Tenez, est bordé par des formations pliocènes ou quaternaires. Ces sédiments sont marins ou

terrestres ; ils surmontent, en général, l'helvétien et le sahélien (tertiaire moyen et supérieur) et sont assez uniformes dans leur composition et leur aspect. Voici les principaux caractères de ces formations :

1° Les formations marines pliocènes sont des bancs de calcaires gréseux à grains agglutinés et pétris de pectoncles *(P. violacescens)* ; sur quelques points (Oran, Port-aux-Poules) ces bancs sont encore en partie immergés.

2° Les formations terrestres pliocènes sont formées par de puissants dépôts aqueux, ce sont surtout des estuaires des grands fleuves de cette époque. Ils reposent directement sur l'helvétien, le sahélien ou le pliocène marin avec lequel ils sont en stratification régulière. Ce sont les formations les plus puissantes du littoral : elles constituent des falaises, des collines et des corniches qui s'étendent entre Oran et Mostaganem, mais qui ont leur plus grande extension aux environs immédiats d'Oran.

La faune de cette époque est fort riche.

3° Quelques cordons littoraux connus sous le nom de plages marines soulevées, et que les géologues algériens rapportent vers la fin du quaternaire. Ces formations sont bien caractérisées aux environs d'Arzew et de Mostaganem (Karouba).

4° Enfin des dépôts de sources, cascades, marais que l'on peut rapporter aussi à la fin du quaternaire et dans lesquels on trouve souvent des débris de l'industrie humaine, des ossements et des empreintes végétales. Les points les plus caractéristiques de cette dernière période se trouvent entre Aïn-el-Turk et Mers-el-Kébir, aux environs d'Oran (Bains de la Reine, Batterie espagnole) et aux environs de Mostaganem (Aboukir, Mostaganem).

Nous nous bornerons, dans cette étude, à décrire la faune des gisements quaternaires et pliocènes terrestres des environs d'Oran seulement.

II

Les principaux gisements que nous avons explorés sont :

1° La corniche pliocène qui surmonte le sahélien au-dessus de Sainte-Thérèse (Ravin blanc) et sur laquelle se trouve la batterie de Gambetta.

Cette corniche forme la couche supérieure du tertiaire : elle est constituée par une espèce de grès rouge empâtant de nombreux Hélix dont la coquille a disparu.

Nous n'avons pas étudié la faune de cette formation.

2° Les falaises sablonneuses qui bordent le petit plateau sur lequel est édifiée la Batterie espagnole et que nous rapportons au pliocène supérieur (post-pliocène).

Ces dépôts renferment une riche faune dont nous avons la plupart des représentants.

3° Un fonds d'ancien marais, dans le voisinage de la Batterie espagnole (à l'E.), constitué par un terreau sablonneux très noir, qui est pétri d'Hélix et très probablement d'époque quaternaire.

4° Les escarpements qui bordent les ravins que l'on traverse avant d'arriver à Krichtel. Ce sont de puissants dépôts sablonneux analogues à ceux de la Batterie espagnole et surmontés sur quelques points par une corniche rougeâtre. Le dépôt et la corniche sont très riches en Hélix : on y trouve parfois quelques ossements. Ce sont aussi des dépôts pliocènes.

5° Un dépôt de cascade quaternaire qui se trouve à 300 ou 400 mètres avant d'arriver aux Bains de la Reine ; on y récolte une abondante faune de mollusques et quelques ossements.

L'ensemble général de ces formations indique un vaste régime fluviatile, qui a bien varié depuis. C'est à peine si, aujourd'hui, l'on retrouve encore quelques petites sources sur le littoral, seuls et faibles restes de ces époques.

III

La faune présente des caractères remarquables : elle se compose en majorité d'espèces encore vivantes à Oran : les autres ont émigré ou disparu. Ce qui frappe surtout, ce sont les variations individuelles subies par les espèces et que nous ferons connaître au fur et à mesure de leur description.

Voici brièvement les principales espèces que nous avons pu déterminer. Plus tard, lorsque des matériaux comparatifs nous permettront d'achever cette étude, nous ferons connaître les types nouveaux que nous aurons reconnus.

Batterie espagnole (Pliocène). — *H. aspersa*, Müller. Cette Hélice est plus épaisse, à bords externes relevés plus fortement que dans les sujets modernes. La paroi columellaire porte aussi un rebord lamelleux formant saillie.

H. punctata, Müller. *H. lactea*, Müller.

H. zapharina, Beck et var. *Dupotetiana*, Terver, commun.

H. Lucasi, Deshayes. Rare. Moins fort que le type actuel, mais à parois plus épaisses et à dent plus accentuée.

Helix, voisin de *calendyma*, Bourg.

H. soluta, Michaud. Plus petit, à bouche plus étroite et les premiers tours de la spire plus plats que les individus de nos jours. La variété *alabatristres*, Terver, qui est moins fréquente présente les mêmes particularités.

H. hieroglyphicula, Michaud. Mêmes remarques que pour le *soluta* : la coquille est plus épaisse.

H. oranensis, Morelet. D'un tiers plus grand que l'espèce vivante.

H. lauta, Lowe. Spécification douteuse.

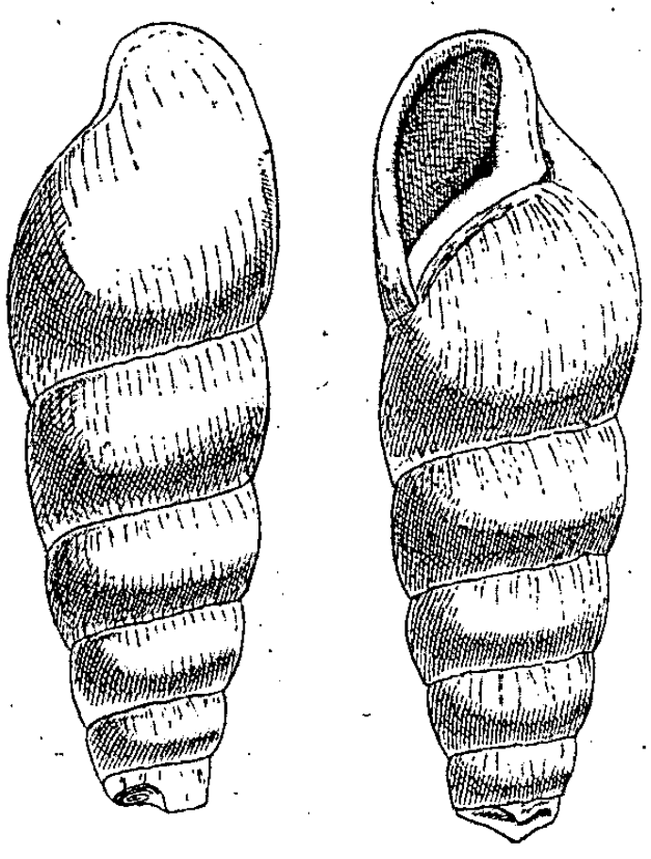
H. pyramidata, Drap. Rare.

B. decollatus, Brug. Le bulime tronqué pliocène atteint de très grandes dimensions : nous en avons qui mesurent 6 centimètres de longueur. Leur lon-

gueur moyenne est de 5 centimètres. Malgré leurs spires plus ventrues et leur bouche moins évasée nous ne les séparons pas du *B. decollatus oranensis*, commun.

Nous avons extrait du dépôt quelques exemplaires de *Bulimus* qui offrent de sérieux caractères permettant de les distinguer au moins comme variété du *decollatus*. Nous lui donnons le nom de *B. decollatus* var. *atlantica*.

En voici la description :



Coquille tronc conique à parois épaisses et à spires fortement ventrues; tronquée à la sixième spire, à stries longitudinales très fines et irrégulières; fente ombilicale petite, irrégulière.

La paroi columellaire présente un rebord marginal extérieur, très saillant qui est caractéristique.

Les dimensions de cette variété sont encore plus fortes que celles de l'espèce précédente; sa longueur atteint 6 à 7 centimètres.

Assez rare dans le dépôt.

B. pupa, Bruguière.— Assez fréquent.

Cyclostoma sulcatum, Draparnaud. — Nous rapportons à cette espèce une trentaine de cyclostomes dont quelques-uns étaient encore munis de leur opercule.

Le *sulcatum* n'est pas signalé vivant dans les environs d'Oran. C'est une espèce émigrée. Il faut aller jusqu'à Beni-Saf pour la retrouver.

On remarquera : 1° que toutes les coquilles ont leurs parois plus épaisses que leurs congénères actuels; 2° que les *H. melanostoma* et *candidissima* manquent dans cette faune.

On retrouve les mêmes espèces entre Canastel et Krichtel. Le *H. oranensis* domine, mais le *B. decollatus* garde des proportions plus modestes : c'est à peine s'il dépasse 4 centimètres.

Batterie espagnole (Quaternaire). — A 200 ou 300 mètres à l'est de la Batterie, le terrain prend une teinte noire très foncée : c'est un dépôt marécageux très riche en Hélix. Nous avons observé :

Zonites beticus et *cariosulus*, Bourguignat.

Helix melanostoma, Draparnaud. Très abondant; à péristome très épais. Cet Hélix vivant est très rare dans les environs d'Oran. Pour notre part, nous ne l'avons jamais vu. On le trouve en abondance à Mostaganem et à Rachsgoun. Il manque dans le pliocène de la Batterie.

H. aspersa, Müller. — A bouche très allongée, à péristome épais et se prolongeant sur la paroi columellaire sous forme de bourrelet très sensible.

H. punctata et *lactea*, Müller. — Normaux.

H. Zafarina, Beck. — La couverture ombilicale forme une dépression très

sensible. La spire est beaucoup moins élevée et la coquille est plus aplatie que dans le type.

H. Lucasi, Deshayes. — Très abondant et présente toutes les variations de l'espèce.

H. oranensis et espèces voisines.

H. depressula, Parreyss. — Un seul exemplaire.

Bul. decollatus, Brug. — Sujets petits ne dépassant pas 4 centimètres de longueur. C'est bien l'habitant des bords marécageux : tous les exemplaires provenant des sebkas, des dayas ou des marais ne viennent pas plus grands. Cette différence de forme est bien caractéristique.

Bul. pupa, Brug. — Rare.

Cyclostoma mamillare, Lamark. — Assez abondant.

Bains de la Reine (Quaternaire). — Avant d'arriver à l'hôtel des Bains, à 200 ou 300 mètres à gauche, on voit des restes d'une ancienne chute d'eau qui a déposé un travertin rouge empâtant des débris de pierres et des Hélix. On y trouve des coquilles terrestres et fluviatiles. Parmi les premières on ne trouvera que les cinq espèces : *H. aspersa, soluta* (en abondance) ; *B. decollatus, Cy. sulcatum* et *mamillare,* et parmi les secondes : *Melanopsis* et *Succinea.*

En résumé, trois faunes malacologiques caractérisent les dépôts pliocènes et quaternaires des environs d'Oran.

La première dans laquelle dominent le *Cy. sulcatum* et le *B. atlanticus* caractérise le pliocène. La seconde avec *H. melanostoma* et *Lucasi* est spéciale aux dépôts quaternaires marécageux. La troisième est surtout fluviatile.

M. J. LÉOTARD

Secrétaire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

LA DIMINUTION DU RELIEF TERRESTRE ET L'ACCROISSEMENT DE LA SURFACE CONTINENTALE

— Séance du 19 septembre 1891 —

La terre ferme est constamment désagrégée par des agents physiques et chimiques très intenses, qui semblent capables d'amener la disparition des continents.

Dans un important travail sur l'érosion, ayant pour but de permettre une sérieuse évaluation de la durée des périodes géologiques par l'examen des phénomènes de sédimentation, M. de Lapparent a étudié récemment cette intéressante question : évaluant à 700 mètres l'altitude moyenne de la terre ferme au-dessus du niveau de la mer et estimant, d'autre part,

que les pertes totales de la masse continentale, attaquée sans cesse par l'air et surtout par l'eau, s'élèvent à 16 kilomètres cubes par an (dont les deux tiers produits par l'apport solide des fleuves à l'océan), soit une tranche épaisse de 15 centièmes de millimètre, le distingué géologue a conclu que la désagrégation du sol amènerait le nivellement complet de la surface du globe terrestre dans quatre millions et demi d'années, en admettant la permanence du phénomène.

Toutefois, si l'on envisage à ce point de vue plusieurs autres facteurs naturels, leur intervention donne un résultat final très différent et beaucoup plus probable, en ce qui concerne l'avenir des continents.

Assurément, la terre ferme est sans cesse usée, rongée et disloquée par de puissants agents atmosphériques, qui, s'ils continuaient leur œuvre destructive sans qu'aucune compensation se produisît, finiraient par amener le nivellement et la submersion totale des continents actuels. Mais il existe diverses causes très importantes d'accroissement du relief terrestre émergé, et nous désirons montrer que leur action pourrait bien contre-balancer et surpasser même un jour celle des influences dissolvantes.

La cause principale, essentielle, qui doit amener l'augmentation de la terre ferme aux dépens de l'océan réside dans l'évolution même de notre planète. Pendant les époques géologiques, embrassant chacune des milliers de siècles, les soulèvements qui ont formé les continents actuels se sont peu à peu succédé, en enlevant à la mer primitive, qui s'étendait sur la terre entière, une partie de plus en plus grande de son immense domaine. Ces exhaussements du sol, sous l'action des forces internes, continuent lentement de nos jours, en maintes régions, notamment dans le nord et le centre de la presqu'île scandinave, le Spitzberg, la Sibérie septentrionale, le Turkestan, l'Écosse, la Sardaigne et la Tunisie, sur les côtes de la mer Rouge, etc., tandis que les affaissements de vastes contrées, qu'il ne faut pas confondre avec de petits effondrements locaux produits par le travail souterrain des eaux, sont moins nombreux et seulement signalés sur le littoral océanique français, aux Pays-Bas, sur les côtes de l'Adriatique, dans le nord de l'Allemagne, la Suède méridionale, etc.

Outre les accroissements continentaux, des terres graduellement formées par l'accumulation de matériaux sédimentaires et de débris organiques surgissent parfois à la surface des mers, ainsi que des îles nouvelles, créées par les forces internes. Les deltas qui naissent à l'embouchure des grands fleuves, par suite du dépôt de la vase et du sable transportés par l'eau courante, constituent bien également une augmentation du sol émergé, car l'emplacement qu'ils occupent est enlevé à la mer. De plus, celle-ci ne corrode pas tous les rivages; il en est où les vagues, au lieu d'arracher des parcelles de terre ferme, travaillent à combler les baies,

à rehausser et à prolonger le littoral vers la mer : dans le golfe de Gascogne, par exemple, l'océan dépose chaque année le long de la côte plusieurs millions de mètres cubes de sable.

Un autre accroissement, qui mérite d'être regardé comme assez considérable, est celui opéré par les légions de polypes, constructeurs d'atolls madréporiques, auxquels est due l'édification d'archipels entiers en Océanie et dans la mer des Indes notamment. Les îles que forment ces petits zoophytes croissent sans cesse en étendue et en nombre, si bien qu'elles donneront un jour naissance, en se rejoignant, à de vastes terres, véritables continents, qui occuperont peu à peu les immenses vides du Pacifique.

Les produits volcaniques, les tests de nombreuses espèces animales et divers autres débris d'organismes morts, les météorites et les poussières cosmiques tombant de l'espace céleste produisent certainement aussi une augmentation sensible de la masse continentale.

Enfin, il nous reste à ajouter une cause tout à fait essentielle d'accroissement de la terre ferme, c'est la diminution de l'océan lui-même, par suite des infiltrations de l'eau à travers l'écorce terrestre, qui est en quelque sorte une masse poreuse, dans laquelle l'élément liquide se glisse par d'innombrables fissures, envahissant les profondeurs et se dirigeant lentement vers le centre, au fur et à mesure que le feu intérieur décroît et que les crevasses augmentent par suite du refroidissement. On sait que l'activité des volcans et beaucoup de tremblements de terre sont dus en grande partie à cette inévitable pénétration de l'eau, que la chaleur interne transforme parfois en vapeur sous pression. Plusieurs géologues pensent que l'océan primitif a déjà diminué de cette manière d'un cinquantième de son volume.

Les eaux se trouvent donc fatalement condamnées à disparaître de la surface du globe, absorbées par les roches souterraines, avec lesquelles elles se combinent chimiquement. Il suffit de regarder au ciel pour voir des exemples frappants d'une telle évolution. La planète Mars nous montre ainsi ce que deviendra la Terre dans quelques milliers de siècles : les mers y sont de simples Méditerranées peu profondes, inférieures en surface aux continents, dont l'altitude ne semble pas élevée. Enfin, nous avons dans la Lune, à l'aspect fendillé et desséché, l'image finale de la Terre, car l'absorption de l'eau par le noyau solide sera suivie de celle de l'atmosphère.

On voit donc que non seulement il n'y a pas équilibre dans la lutte entre les océans et les continents, mais qu'on peut considérer comme très probable, dans un avenir qui se chiffre évidemment par des millions d'années, non pas la disparition de la terre ferme, qui restera triomphante, mais bien celle de la mer, qui, accompagnée de tous les fluides, doit s'infiltrer peu à peu à travers la croûte dont notre planète est recouverte.

Ce qui est certain, d'autre part, c'est qu'avant la sécheresse éternelle prévue, les montagnes auront perdu leur altitude et les vallées seront comblées par les produits de la fragmentation des sommets. Le relief terrestre sera alors nivelé : l'immense surface continentale deviendra une plaine uniforme, où les Alpes, l'Himalaya, la Cordillère des Andes ne seront plus que de faibles collines. La fertilité du sol ne pourra qu'être augmentée par cette formation considérable de terre végétale, qui sera privée toutefois d'un arrosage suffisant, à cause de la rareté des pluies. Les climats, même en admettant qu'ils soient alors peu profondément modifiés encore par la décroissance de l'énergie lumineuse et calorique du Soleil, se trouveront totalement transformés. Il ne faut pas oublier cependant que de nouveaux plissements de l'écorce terrestre pourraient résulter des compressions latérales amenées par le refroidissement.

En résumé, les phénomènes qui concourent à la destruction des continents nous paraissent aller en diminuant d'intensité, tandis que les influences naturelles dont le résultat sera le desséchement de la surface du globe semblent devoir augmenter d'énergie dans le cours des siècles, préparant à notre planète l'étrange avenir que nous venons d'entrevoir, avenir trop lointain peut-être pour que l'humanité puisse assister à cette fin rationnelle de l'évolution terrestre.

M. COTTEAU

Correspondant de l'Institut, à Auxerre.]

NOTE SUR LE GROUPE DES CLYPÉASTROÏDES

— Séance du 19 septembre 1891 —

Je viens de terminer, dans la *Paléontologie française*, la description des espèces éocènes du groupe des Clypéastroïdes. Il m'a paru intéressant de vous présenter quelques considérations générales sur les familles, les genres et les espèces de ce groupe d'Échinides. Les Clypéastroïdes n'existaient pas dans les terrains secondaires ou, du moins, ils n'y sont représentés que par une ou deux espèces de la craie supérieure, très peu connues et rares dans les collections ; on peut donc dire que ce groupe fait son apparition à l'époque éocène, où il est très abondant ; il est également nombreux en genres et en espèces dans le terrain miocène et très répandu à l'époque actuelle, principalement dans les mers chaudes.

Les cinq familles qui composent le groupe des Clypéastroïdes se montrent toutes dans le terrain éocène : *Clypéastroïdées*, *Scutellidées*,

Laganidées, *Scutellinidées* et *Fibularidées*. Nous allons les passer successivement en revue.

I. — Les Clypéastroïdées ne renferment qu'un seul genre, *Clypeaster*, Lamarck. Les auteurs ont établi dans cette famille des coupes assez nombreuses et on a démembré successivement des véritables *Clypeaster*, à titre de genres ou de sous-genres : les *Pavaya*, Pomel; les *Echinorodum*, van Phelsum; les *Anomalanthus*, Bell; les *Diplothecanthus* et les *Plesianthus*, Duncan. Ces coupes, assurément, peuvent être utiles pour grouper les nombreuses espèces qui constituent le grand genre *Clypeaster*, mais elles ne nous paraissent pas avoir une valeur organique suffisante pour servir de type à des genres particuliers, et nous avons préféré laisser son intégrité au genre *Clypeaster*.

Ce genre, dont les espèces sont presque toutes remarquables par leur grande taille, sera toujours reconnaissable à la forme de ses aires ambulacraires, très pétaloïdes sur la face supérieure; aux sillons bien accentués qui, sur la face inférieure, aboutissent directement au péristome; à ses mâchoires verticales; à son périprocte toujours inframarginal, petit et arrondi; à son appareil apical, muni de cinq pores génitaux; aux cloisons et expansions calcaires qui garnissent l'intérieur du test et sont surtout abondantes en se rapprochant de l'ambitus. Le genre *Clypeaster* se montre pour la première fois dans le terrain éocène; il y est rare et ne renferme, en France et en Algérie, que quatre espèces recueillies dans l'éocène supérieur.

Clypeaster biarritzensis, Cotteau.
— *Bouillei*, Cotteau.
Clypeaster atavus, Pomel.
— *scutellæformis*, Pomel.

Ce sont les premiers représentants de ce genre qui multiplie plus tard ses espèces avec tant de profusion dans les terrains miocènes. Ces quatre espèces, par leur forme déprimée et amincie sur les bords, par leur sommet apical peu élevé, par leurs aires postérieures à peine recourbées à leur extrémité, forment un petit groupe spécial jusqu'ici au terrain éocène.

II. — Les Scutellidées se distinguent des *Clypéastroïdées* par leur forme plus déprimée; par leur face inférieure présentant des sillons toujours anastomosés, au lieu d'être droits et simples; par leur péristome muni de mâchoires plates et non verticales, souvent aussi par la présence de lunules et d'entailles qui font absolument défaut chez les *Clypéastroïdées*. La famille des *Scutellidées* comprend douze genres : *Scutella*, Lamarck; *Mortonella*, Pomel; *Echinarachnius*, Gray; *Scutulum*, Tournouër; *Dendraster*, Agassiz; *Monophora*, Desor; *Amphiope*, Agassiz; *Echinodiscus*, Breyn; *Mellita*, Klein; *Encope*, Agassiz; *Rotula*, Klein; *Echinotrochus*, van Phelsum. La plupart de ces genres appartiennent à l'époque actuelle. Un seul, le genre *Scutella*, apparaît à l'époque éocène, où il est rare, et ne nous a offert, en France et en Algérie, que trois espèces :

Scutella striatula, Marcel de Serres.
— *subtetragona*, de Grateloup.
Scutella sublævis, Pomel.

La première de ces espèces, *Scutella striatula*, a été recueillie dans le terrain éocène moyen et se retrouve, beaucoup plus abondante, dans le terrain miocène; la seconde espèce appartient à l'éocène supérieur de Biarritz; la troisième est propre à l'étage éocène d'Algérie.

Le genre *Scutella*, plus nombreux en espèces à l'époque miocène, n'existe plus dans les mers actuelles.

III. — Les Laganidées, réunies dans l'origine aux *Clypéastroïdées*, ont été considérées depuis par certains auteurs comme une sous-famille ou une tribu; elles nous ont paru constituer une famille distincte, comme les *Clypéastroïdées* et les *Scutellidées*. Cette famille diffère des *Clypéastroïdées* par la structure de ses aires ambulacraires moins pétaloïdes, moins arrondies, plus effilées, et par la forme de ses mâchoires appuyées contre les auricules; elle s'éloigne des *Scutellidées* par ses sillons simples et droits, au lieu d'être anastomosés. Nous connaissons de cette famille huit genres : *Laganum*, Klein; *Alexandria*, Pfeffer; *Peronella*, Gray; *Hupea*, Pomel; *Monostychia*, Laube; *Arachnoides*, Klein, *Præscutella*, Pomel, et *Sismondia*, Desor. A l'époque éocène, la famille des *Laganidées* est représentée en France par trois genres : *Laganum*, *Præscutella* et *Sismondia*.

Genre *Laganum*, Klein, 1734. Ce genre est bien caractérisé par sa taille moyenne, un peu allongée; par sa face supérieure à peine renflée; par sa face inférieure plane en dessous, subconcave aux approches du péristome, marquée de sillons ambulacraires simples, bien distincts; par ses aires ambulacraires pétaloïdes, allongées, effilées, presque fermées à leur extrémité; par son appareil apical muni de cinq pores génitaux.

En 1857, M. Desor a démembré avec raison des *Laganum*, les *Sismondia* qui en diffèrent par leurs aires ambulacraires plus longues, plus arrondies, ouvertes à leur extrémité; par leur appareil apical muni de quatre pores génitaux au lieu de cinq. Le genre *Laganum* est abondant surtout à l'époque actuelle. Nous n'en connaissons dans l'étage éocène de la France qu'une seule espèce fort rare :

Laganum Sorigneti, Cotteau.

Genre *Præscutella*, Pomel, 1883. Voisin des *Scutella* par son aspect général et la structure de ses aires ambulacraires, ce genre s'en distingue par sa taille plus petite, par sa face inférieure munie de sillons simples, au lieu d'être anastomosés. La disposition des cloisons intérieures, très visibles chez l'une des espèces qui a servi de type au genre, paraît affecter une disposition particulière et laisse libres le milieu de la cavité interne, ainsi que l'espace occupé par les aires ambulacraires. Le genre *Præscutella*, propre au terrain tertiaire inférieur, ne renferme que deux espèces :

Præscutella Cailliaudi (Cotteau), Pomel. | *Præscutella Degrangei*, Cotteau.

Genre *Sismondia*, Desor, 1857. Établi par Desor, en 1857, ce genre repose sur des caractères très naturels et a été adopté par tous les auteurs; il diffère des *Laganum* par les caractères que nous venons d'indiquer.

Certaines espèces se rapprochent des *Echinocyamus* parmi lesquels elles ont été longtemps rangées, mais leurs pores ambulacraires assez nettement conjugués suffisent pour les en séparer. Cette structure des pores nous a engagé à éloigner ce genre de la famille des *Scutellinidées* et à le placer parmi les *Laganidées*. Propre jusqu'ici à l'époque éocène, le genre *Sismondia* renferme en France onze espèces :

Sismondia Archiaci, Cotteau.
— *testudo*, Cotteau.
— *marginalis* (Des Moulins), Desor.
— *occitana* (Defrance), Desor.
— *Cailliaudi*, Cotteau.
— *gracilis*, Cotteau.
Sismondia altavillensis (Defrance), Cotteau.
— *planulata* (d'Archiac), Desor.
— *Vasseuri* Cotteau.
— *Billioti*, Cotteau.
— *Desori*, Coquand.

Dix de ces espèces appartiennent à l'éocène moyen ; une seule espèce fort rare, *Sismondia planulata*, a été recueillie dans l'éocène supérieur de Biarritz. Il est intéressant d'examiner la répartition de ces espèces dans les divers bassins. Aucune espèce de *Sismondia* n'a encore été signalée dans le bassin parisien. Une espèce, *S. altavillensis*, est propre au bassin du Cotentin, qui renferme en outre une seconde espèce, *S. occitana*, que nous retrouvons en abondance dans le bassin du sud-ouest. Trois espèces, *S. Cailliaudi, gracilis* et *Vasseuri*, sont particulières aux petits dépôts de la France occidentale, et avec ces espèces se trouve également le *S. occitana* déjà signalé dans le bassin du Cotentin. Quatre espèces, *S. occitana, testudo, Billioti* et *planulata*, se sont rencontrées dans l'éocène du sud-ouest; la première de ces espèces est surtout très abondante. Sa présence simultanée dans le bassin du Cotentin, dans le bassin de la France occidentale et dans le bassin du sud-ouest démontre que les mers qui occupaient ces régions à l'époque éocène moyenne communiquaient entre elles. Une seule espèce, *S. Desori*, est propre à l'Algérie.

IV. — Scutellinidées. — Au même titre que les *Clypéastroïdées*, les *Scutellidées* et les *Laganidées*, les *Scutellinidées* nous ont paru former une petite famille distincte caractérisée par ses aires ambulacraires droites, à pores pétaloïdes, formées de pores égaux, non conjugués par un sillon. Nous avons cru devoir, comme l'avait fait M. Pomel, en séparer les genres *Thagastea* et *Fibularia* dont le test est dépourvu à l'intérieur de cloisons, et qui, en outre, se distinguent essentiellement par la largeur de leurs aires interambulacraires. La famille de *Scutellinidées* comprend cinq genres : *Scutellina*, Agassiz; *Moulinsia*, Agassiz; *Runa*, Agassiz; *Echinocyamus*, van Phelsum et *Lenita*, Agassiz. Cette famille, comme les précédentes, fait son apparition à l'époque éocène; elle est représentée en France, dans les couches qui nous occupent, par les genres *Scutellina, Echinocyamus* et *Lenita*.

Genre *Scutellina*, Agassiz, 1841. Nous avons cru devoir réunir aux *Scutellina* certaines espèces que nous avions placées parmi les *Sismondia : S. Michelini* et *gracilis*, pour lesquelles M. Pomel a établi une petite coupe particulière, sous le nom de *Crustulina*, mais qui ne nous paraît différer des *Scutellina* par aucun caractère essentiel. Il en est de même des *Scutellina* à périprocte supère séparés par M. Pomel, sous le nom de *Porpitella*, des véritables *Scutellina* à périprocte marginal; il ne nous a pas paru possible d'adopter cette subdivision. Assurément, si le périprocte, comme dans le *S. supera*, était toujours nettement placé à la face supérieure, il n'y aurait pas de difficultés, mais il n'en est pas ainsi, et, dans certaines espèces, *S. rotunda* et *concava*, le périprocte, tout en cessant d'être placé tout à fait au milieu du bord postérieur, s'élève un peu au-dessus, sans être franchement supère; il entame plus ou moins la face postérieure et nous montre que dans ce genre la position du périprocte est instable et ne saurait être un caractère suffisant pour établir une coupe générique. Nous connaissons en France quatorze espèces de *Scutellina* :

Scutellina Michelini (Cotteau), Nœlling.
— *Dufouri*, Cotteau.
— *Linderi*, Cotteau.
— *lenticularis* (Lamarck), Agassiz.
— *incisa* (Defrance), Desor.
— *Bonissenti*, Cotteau.
— *obovata*, Agassiz.

Scutellina Besançoni, Cotteau.
— *blaviensis*, Cotteau.
— *folium*, Cotteau.
— *rotunda* (Galeotti), Forbes.
— *supera*, Agassiz.
— *calvimontana*, Cotteau.
— *concava*, Thomas et Gauthier.

Les espèces de *Scutellina* que nous connaissons paraissent appartenir toutes à

l'éocène moyen et sont bien limitées par bassin. Le bassin parisien en renferme six : *S. lenticularis, obovata, Besançoni, rotunda, supera* et *calvimontana.* Deux espèces sont propres au bassin du Cotentin : *S. incisa* et *Bonissenti.* Deux espèces caractérisent le bassin de l'ouest : *S. Michelini* et *Dufouri.* Trois espèces appartiennent au bassin du sud-ouest : *S. Linderi, blaviensis* et *folium.* Une espèce particulière, *S. concava,* a été rencontrée en Algérie.

Genre *Echinocyamus,* van Phelsum, 1774. Ce genre, nombreux en espèces éocènes, présente plusieurs caractères communs avec les *Sismondia* ; il s'en distingue par sa taille plus petite, par sa forme plus déprimée, par ses aires ambulacraires moins développées, plus droites, formées de pores moins nombreux, plus atténués, non conjugués par un sillon ; ce dernier caractère nous a engagé à placer ces deux genres dans deux familles différentes. Les rapports des *Echinocyamus* avec les *Scutellina* sont encore plus étroits ; cependant les espèces de ce dernier genre sont moins épaisses, plus amincies sur les bords et la position du périprocte est plus variable. Certaines espèces sont placées sur la limite, et ce n'est pas sans hésitation que nous les avons rapportées à l'un plutôt qu'à l'autre genre. Leur petite taille et la structure de leurs aires ambulacraires les rapprochent des *Fibularia* qui appartiennent, comme nous le verrons plus loin, à une famille toute différente. Dans la *Paléontologie française,* nous nous sommes occupé de la question soulevée par M. Lambert de savoir si le nom d'*Echinocyamus* devait être laissé à ce genre, ou s'il n'était pas plus conforme au principe de l'antériorité de remplacer ce nom par celui de *Fibularia.* Malgré notre désir de nous conformer toujours au principe invoqué par M. Lambert, nous avons pensé qu'il n'était pas suffisamment établi que parmi les espèces d'*Echinocyamus* signalées par van Phelsum, et qui paraissent être des *Fibularia,* il ne se trouve pas un véritable *Echinocyamus,* permettant de conserver ce nom au groupe d'Échinides désigné ainsi plus tard par Agassiz et les auteurs qui l'ont suivi. C'est éviter dans la nomenclature une perturbation toujours regrettable. Dix espèces d'*Echinocyamus* appartiennent au terrain éocène de la France.

Echinocyamus inflatus (Defrance), Desor.
— *Moreleti*, Cotteau.
— *casselensis*, Cotteau.
— *Dumasi*, Cotteau.
— *cambonensis*, Cotteau.
— *Vasseuri*, Cotteau.

Echinocyamus Lorioli, Cotteau.
— *Pomeli*, Cotteau.
— *affinis* (Des Moulins), Desor.
— *subcaudatus* (Des Moulins), Desor.

Trois espèces, *E. inflatus, Moreleti* et *casselensis,* se sont rencontrées dans le bassin parisien. Trois espèces également caractérisent l'éocène de l'ouest, *E. Dumasi, cambonensis* et *Vasseuri.* Trois espèces paraissent propres au bassin du sud-ouest, *E. Lorioli, Pomeli* et *affinis.* Une espèce, *E. subcaudatus,* provient des Alpes-Maritimes.

Genre *Lenita* (Leske), Desor, 1847. — Confondu longtemps avec les *Cassidulus,* ce genre très naturel a été établi par Desor, en 1847, et adopté depuis par tous les auteurs. L'ensemble de ses caractères en forme un type particulier, toujours facilement reconnaissable à sa forme allongée, arrondie en avant et en arrière, très amincie sur les bords, tout à fait plane en dessous, concave et même un peu évidée dans le sens du diamètre longitudinal; à sa face inférieure finement granuleuse au milieu, munie de chaque côté de gros tubercules inégaux et profondément scrobiculés ; à ses aires ambulacraires formées de pores petits,

arrondis, égaux, non conjugués par un sillon; à son péristome pentagonal, muni d'un bourrelet saillant; à son périprocte petit, arrondi, éloigné du bord. Ce genre ne renferme qu'une seule espèce propre à l'éocène.

Lenita patellaris (Leske), Agassiz.

Cette espèce est très abondante dans le terrain éocène moyen du bassin parisien; elle existe également en Belgique, à Cassel, et dans les petits bassins de l'ouest, mais elle ne franchit pas cette région et n'a pas encore été signalée dans le sud-ouest ou les Pyrénées. M. Noetting la mentionne dans les *Samlandischen*, en Prusse, où elle paraît également assez commune.

V. — Fibularidées. Le groupe des *Clypéastroïdes* comprend une petite famille qui se distingue des précédentes par quelques caractères importants. L'intérieur du test est dépourvu de ces cloisons plus ou moins régulièrement disposées qui existent chez les autres familles de Clypéastroïdes. Les aires interambulacraires, au lieu d'être étroites et resserrées, occupent sur toute la surface du test un espace beaucoup plus large que les aires ambulacraires. Les pores ambulacraires petits, égaux, non conjugués par un sillon, offrent à peu près le même aspect, à la face supérieure, que dans la famille des *Scutellinidées*. Cette famille comprend trois genres dont deux se rencontrent dans l'éocène d'Algérie et de Tunisie : *Thagastea*, Pomel, et *Fibularia*, Lamarck.

Genre *Thagastea*, Pomel, 1888. Voisin des *Fibularia*, ce genre en diffère par sa face supérieure plus élevée, plus conique; par sa face inférieure plus plane; par son péristome offrant en avant un sinus lisse qui fait défaut chez les *Fibularia*. Le genre *Thagastea* ne s'est pas encore rencontré en France; nous en connaissons une seule espèce, très abondante dans le terrain éocène de l'Algérie et de la Tunisie :

Thagastea Wetterlei, Pomel.

Genre *Fibularia*, Lamarck, 1816. Réuni dans l'origine aux *Echinocyamus*, ce genre en diffère par sa forme beaucoup plus globuleuse, par l'absence de cloisons internes et par la largeur de ses aires interambulacraires. Nous venons d'indiquer les caractères qui séparent ce genre des *Thagastea*. Le genre *Fibularia* commence à se montrer dans le terrain crétacé supérieur; à ce niveau, il est représenté par une seule espèce fort rare. Les *Fibularia* éocènes sont également très rares et nous n'en connaissons qu'une espèce et deux exemplaires seulement de cette espèce:

Fibularia Lorioli, Thomas et Gauthier.

A l'époque actuelle, le genre *Fibularia* est assez répandu dans la mer des Indes.

Nous venons de suivre dans ses divers développements le groupe des *Clypéastroïdes* qui comprend à l'époque éocène cinq familles, dix genres et cinquante espèces. C'est une nouvelle famille d'Échinides qui se montre pour la première fois au début de l'époque tertiaire, avec un ensemble de caractères qui la distinguent nettement de tous les types qui la précèdent. Cette famille poursuit son évolution à l'époque miocène et se fait remarquer surtout par le développement considérable du genre *Clypeaster*. A l'époque actuelle, elle atteint, notamment dans les mers

chaudes, le maximum de son développement, et, tout en conservant les caractères fondamentaux du groupe, elle est représentée par des genres de grande taille, caractérisés souvent par des lunules variées et des digitations bizarres.

M. Émile RIVIÈRE

à Paris.

NOUVELLES RECHERCHES DANS L'HÉRAULT

— Séance du 21 septembre 1891 —

L'an dernier, au Congrès de Limoges, j'ai eu l'honneur de vous faire une communication sur des premières recherches dans une des régions les plus pittoresques de l'Hérault, dans le Minervois, recherches que j'ai entreprises sur la demande de M. Armand Gautier, professeur de chimie à la Faculté de Médecine de Paris et membre de l'Institut, et en collaboration avec M. Gaston Gautier (de Narbonne), son frère.

Cette communication avait pour sujet l'une des grottes de Minerve. la grotte dite de la Coquille, et pour but de vous faire connaitre les résultats des premières explorations pratiquées en vue de nous rendre compte de sa richesse paléontologique et anthropologique, ainsi que des travaux et du temps que les fouilles méthodiques de cette grotte nécessiteraient.

Dès la session du Congrès de Limoges terminée, je suis retourné dans le Minervois afin de reprendre non seulement l'étude de la grotte de la Coquille et des grottes voisines, creusées dans le même escarpement de rochers au pied desquels coule, dans un large ravin, la rivière de la Cesse, mais encore et surtout celle de la région de Fauzan, de Minerve, de Vieulac, etc.

J'ai été guidé dans cette nouvelle excursion scientifique par M. Jullian, ingénieur, chargé, par M. Gaston Gautier, de diriger les ouvriers employés à fouiller les grottes, et par M. Bousquet (d'Azillanet).

C'est grâce à eux que j'ai pu, en un temps relativement court, parcourir une région aussi accidentée que cette partie des Cévennes, et en faire une première étude d'ensemble, dont je vous demande la permission de vous exposer ici, le plus succinctement possible, les principales lignes.

Les travaux, entrepris depuis le mois de juin précédent, avaient permis

de recueillir un certain nombre d'ossements et de dents d'animaux, ainsi que des silex taillés.

Parmi les animaux, c'est, comme au mois de mai précédent, l'*Ursus spelæus* qui prédomine ; les ossements appartiennent à des animaux jeunes ou adultes, mais souvent, quel que soit l'âge, à des individus de tailles très différentes. Je citerai principalement, parmi les pièces recueillies :

1° Un maxillaire inférieur droit, avec ses trois dents molaires indiquant un ours adulte de forte taille, quoique jeune encore ;

2° Une autre mandibule, du côté droit également, avec sa dent canine, provenant d'un individu jeune, adulte, mais de taille moyenne ;

3° Quatre dents canines d'ours, dont une très grosse et très usée, une petite, au contraire, et deux dents de lait, dont une moyenne et une forte ;

4° Une dernière dent molaire supérieure gauche, grosse, mais très usée, indiquant un ours arrivé à un âge avancé ;

5° La tête d'un tibia d'ours ;

6° Une vertèbre lombaire ;

7° Un fragment de côte ;

8° Plusieurs métacarpiens et métatarsiens d'ours également, mais de dimensions très dissemblables.

L'ours, du reste, y abonde en telle quantité et ses ossements, généralement entiers, sont, pour la plupart, si bien conservés qu'il sera facile de reconstituer des squelettes complets, sinon d'espèces distinctes, du moins d'animaux de tailles très différentes.

Quant aux silex taillés, ils étaient encore peu nombreux, mais toujours caractéristiques du type moustérien. J'en ai recueilli moi-même neuf, tous généralement assez grands, plus ou moins retouchés sur les côtés. A l'exception d'un seul, un grattoir, ce sont tous des pointes.

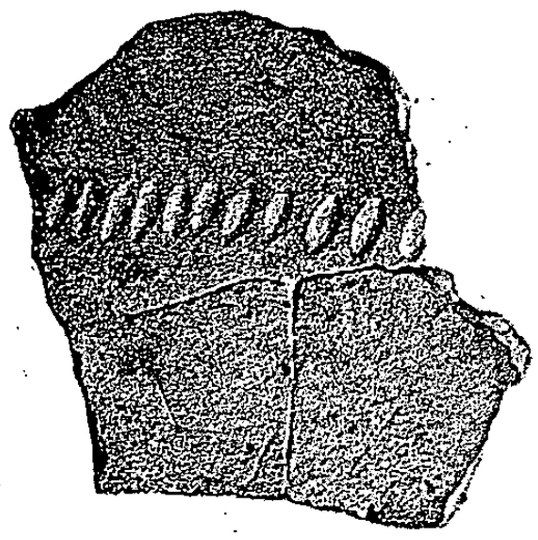


Fig. 1. — Fragment de poterie néolithique (1/2 grandeur.)

Je dois ajouter que j'ai trouvé aussi, à une assez grande distance de l'entrée de la grotte de la Coquille, à la surface du sol, près de la paroi gauche de la grotte et *en un point où la stalagmite n'a pas été brisée*, deux fragments de poterie néolithique : l'un, grossier, brun, sans aucune ornementation ; l'autre, au contraire, en poterie fine, noire et ornée de traits irrégulièrement espacés, plus ou moins divergents, quoique tracés dans l'intention d'être parallèles *(fig. 1)*.

Dans cette nouvelle visite, j'ai parcouru, dans toute son étendue, la grotte de la Coquille, dont les dimensions, prises par M. Jullian, sont les suivantes :

En ligne droite, la grotte aurait 550 mètres de longueur, dont :

200 sur 10 à 12 mètres de largeur et 10 mètres de hauteur;
100 — 18 — 4 —
150 — 6 — 6 —
100 — 3 — 2,50 à 3 mètres.

mais, avec ses nombreux détours, ses artères latérales dont les dimensions sont aussi très variables, l'étendue que nous avons parcourue est de plus de 1.200 mètres, au delà desquels nous avons rencontré le lac dont j'ai parlé dans ma première communication.

Ce lac, dont les eaux se dirigent vers une galerie latérale, où elles rencontrent une sorte d'entonnoir dans lequel elles se perdent, pour aller rejoindre très probablement la rivière de la Cesse à 75 mètres au-dessous du niveau moyen de la grotte, est situé à l'extrémité de l'artère principale. Il mesure de 75 à 90 mètres de longueur *selon les saisons*, sur 3m,50 à 4 mètres de largeur; la hauteur moyenne des eaux varie aussi avec l'époque de l'année entre 1m,50 et 2m,50. Au mois d'août dernier, leur niveau ne dépassait pas 1m,50. J'ai parcouru ce lac d'un bout à l'autre sur un radeau, et j'ai pu constater, ce qui m'avait été dit d'ailleurs, que la grotte de la Coquille ne se terminait pas avec le lac. Elle a pu être suivie, en effet, sur une longueur de 180 mètres, sans en avoir encore atteint le fond. Dans cette dernière partie, le sol est entièrement recouvert d'une couche stalagmitique constamment humide et extrêmement glissante.

Telle est, dans son ensemble, cette grotte immense de la Coquille, dite aussi grotte de Minerve.

Mais à cette grotte seule ne se sont pas bornées mes explorations, et je vous demande la permission de retenir quelques instants encore votre attention pour vous exposer ce que j'ai fait également au mois d'août de l'année dernière et ce que j'ai l'intention de faire encore, dans quelques jours, dans cette même région du Minervois.

Presque en regard de l'ouverture de la grotte de la Coquille que précède un étroit plateau, sur lequel vécurent également, au temps quaternaire, ses premiers habitants, se trouve l'entrée d'une autre grotte étroite et peu élevée, sorte de couloir très riche aussi en documents paléontologiques. Un certain nombre de coups de pioche y ont été donnés, mais ici les ossements sont si intimement soudés pour la plupart, de façon à former presque partout une brèche très dure, que leur extraction nécessite fréquemment des coups de mine.

Les premières investigations ont permis de recueillir les pièces suivantes dans cette seconde grotte:

A. — Faune

Ursus spelæus. — Une dent canine, un fragment de dent molaire, un occipital, un métacarpien.

Canis ind. — Une petite dent molaire.
Felis spelæa. — Une canine engagée encore dans la mâchoire.
Equidé. — Un fragment d'astragale brisé.
Tarandus rangifer. — Une dent molaire supérieure.
Capra ind. — Une dent molaire.
Bovidé de grande taille. — Fragment de dent molaire.
Un certain nombre d'ossements d'animaux indéterminables et plusieurs diaphyses osseuses brisées et fendues par la main de l'homme.

B. — Industrie

Six silex blancs taillés, cassés transversalement, appartenant à l'époque moustérienne, comme ceux de la grotte de la Coquille, et d'assez nombreux éclats.

Cette grotte sera ultérieurement vidée aussi entièrement, par M. G. Gautier et moi, de façon à en faire une étude complète.

Je ne parlerai pas aujourd'hui des autres grottes situées dans le même escarpement rocheux que nous devons explorer également à un moment donné ; les premiers coups de pioche que nous y avons fait donner nous promettent aussi une importante récolte scientifique. Je me bornerai à dire que, au-devant de l'une d'elles, j'ai trouvé à la surface du sol une valve en partie brisée d'un *Cardium echinatum*, laquelle avait été percée pour être portée suspendue comme bijou ou amulette.

Cette seconde excursion dans la région de Minerve non seulement m'a confirmé dans la pensée que nous nous trouvions en présence d'un véritable village troglodytique, habité d'abord à l'époque quaternaire, ainsi que le démontrent les restes d'animaux, dont M. G. Gautier et moi nous avons commencé à recueillir les ossements, notamment du *Rhinoceros tichorhinus* trouvé précédemment, de l'*Ursus spelæus*, du *Felis spelæa*, du *Tarandus rangifer*, etc., associés à des silex taillés de l'époque moustérienne, puis à l'époque de la pierre polie, prouvée aussi par la présence d'ossements humains à côté de poteries grossières des premiers âges, poteries néolithiques. Cette seconde exploration, dirigée en partie par M. Bousquet, m'a conduit encore à reconnaître l'existence dans une autre commune, mais toujours dans le canton d'Olonzac, d'une autre grotte renfermant aussi des ossements d'animaux, et d'un certain nombre de dolmens, dont il me reste à dire maintenant quelques mots.

Cette nouvelle grotte, ou *Grotte de Vieulac*, du nom du hameau le plus rapproché, a été découverte en 1884 par M. Bousquet (d'Azillanet) qui y a pénétré le premier et y a trouvé quelques ossements d'animaux, ossements sur la nature desquels je n'ai pu malheureusement avoir aucun renseignement et que je n'ai pu non plus examiner l'année dernière, chez l'auteur de la découverte, ceux-ci n'étant plus en sa possession depuis un certain temps déjà.

Elle est située sur le territoire de la commune de Minerve, sur la rive droite du ravin de Jacques — du moins c'est le nom qui m'a été donné — et à quelques mètres du lit de la rivière, dont les eaux — lorsqu'elle n'est pas à sec comme à l'époque où je l'ai traversée, ou lorsqu'elles n'ont pas disparu dans le sous-sol pour sourdre plus ou moins loin — coulent au fond de la gorge. Elle est aussi à 7 ou 8 mètres environ au-dessus des plus basses eaux.

Son ouverture, visible seulement lorsqu'on en est tout proche, est à fleur du sol comme celle d'un puits, mais avec cette différence qu'elle est irrégulière et anfractueuse, comme déchiquetée. De plus, elle est peu large et se rétrécit très vite laissant à peine passer une seule personne, à la condition encore que celle-ci ne jouisse pas d'un embonpoint exagéré. Elle exige également une certaine gymnastique, bien que le sol ne soit pas à plus de $2^m,50$ à $2^m,80$ environ au-dessous de l'ouverture.

Cette grotte comporte deux salles : la première, dans laquelle on pénètre comme je viens de le dire, est très petite, elle présente quelques anfractuosités. Dans l'une d'elles, j'ai trouvé un certain nombre d'ossements d'un *Ovis* jeune, de petite taille, aux épiphyses non soudées pour la plupart.

Ces pièces osseuses se composent : d'un maxillaire inférieur droit pourvu d'une incisive et de ses dents molaires de lait; d'un occipital, de six vertèbres (deux cervicales et quatre dorsales), des deux os iliaques droit et gauche, le premier brisé en plusieurs fragments, le second à peu près complet; de plusieurs côtes dont aucune n'est entière; de l'extrémité inférieure (épiphyse) du radius gauche; du fémur gauche entier avec son épiphyse inférieure non soudée; d'une rotule; d'un métatarsien droit, dont l'épiphyse inférieure n'est pas non plus soudée, avec les première et deuxième phalanges lui faisant suite; de l'épiphyse inférieure de l'autre métatarsien; enfin de plusieurs phalanges.



Fig. 2. — Tarso-métatarsien de *Pyrrhocorax primigenius* (grandeur naturelle.)

C'est dans cette même anfractuosité que j'ai trouvé :

1° Un petit bloc assez dur, brèchiforme, dans lequel se trouvaient incrustées deux molaires d'un rongeur de la taille du *Lepus cuniculus* ;

2° Le tibia gauche, à peu près entier, mais fortement encroûté, d'un petit carnassier de la taille du putois ordinaire, *Putorius communis* ;

3° Enfin un tarso-métatarsien d'oiseau, certainement d'un corvidé tel peut-être que le Chocard des cavernes ou *Pyrrhocorax primigenius*, espèce quaternaire que j'ai d'ailleurs trouvée déjà dans certaines grottes et notamment dans les grottes de Menton *(fig. 2)*.

De cette première salle, très petite je le répète, nous avons pénétré, par un étroit passage et à peu près en rampant, dans une salle assez

spacieuse cette fois, dont la direction est nord-sud, la longueur de 42 mètres, la largeur de 5m,40, en moyenne, et la hauteur de 3m,50. Le sol rouge, humide, argileux, qui paraît assez riche en phosphates, est encore recouvert en maints endroits d'une stalagmite d'une certaine épaisseur, notamment dans la partie la plus reculée, où l'on voit aussi, le long des murs, de très belles stalactites formant colonnettes, voire même de véritables piliers.

Les quelques recherches superficielles que j'ai faites dans cette salle, à seule fin de savoir ce qu'elle renfermait, m'ont permis de recueillir, à la suite de quelques coups de pioche donnés par les ouvriers qui nous accompagnaient, des ossements de ruminants appartenant aux espèces suivantes :

Cervus elaphus d'assez grande taille, adulte, quelques vertèbres dorsales, plusieurs fragments de côtes, une côte entière mesurant 0m,38 de longueur, un sacrum entier et parfaitement conservé.

Cervus de la taille du *Corsicanus* ou Cerf de Corse, l'humérus droit à peu près entier : la tête de l'os seule fait défaut.

Bos de la taille d'un *Bos taurus* fort; il est représenté : 1° par les deux humérus droit et gauche, brisés tous deux de main d'homme, à dix centimètres environ au-dessus de la trochlée; ils proviennent d'un animal adulte; 2° par quatre vertèbres dorsales ayant appartenu à un animal jeune, non adulte et dont les os ne sont pas encore complètement soudés; 3° par l'extrémité postérieure articulaire d'une côte.

Je dois ajouter que tous ces ossements sont assez fortement incrustés, grâce à des suintements d'eaux chargées de principes calcaires, par une sorte d'argile rouge, très dure, et difficile à détacher de la surface des os. Tous également se trouvaient à quelques centimètres seulement au-dessous de la surface du sol. Je les ai découverts tous aussi au même endroit.

Leur présence suffit à m'indiquer qu'il y aura aussi, dans cette grotte, des fouilles intéressantes à faire.

DOLMENS

Quant aux dolmens, leur étude étant purement anthropologique, je n'entrerai pas dans des détails qui paraîtraient ici certainement fastidieux. Je me bornerai à dire que leur nombre est relativement considérable, et que la région de Minerve, à elle seule, en compte vingt-cinq au moins. Jusqu'à présent, j'en ai reconnu dix-sept, grâce à M. Bousquet qui s'intéresse vivement aussi aux recherches relatives aux premiers temps de l'humanité et qui a bien voulu me servir de guide.

Quelques-uns sont en bon état de conservation, d'autres sont plus ou moins ruinés ou détruits soit par le temps, soit par les bergers qui parcourent constamment, avec leurs troupeaux, les bois au milieu

desquels ces dolmens se trouvent presque tous, et notamment le plateau de Bois-Bas.

Non seulement j'ai pris une note sur chacun d'eux, mais j'ai pu commencer, dans cette première reconnaissance des lieux, à fouiller quelques-uns d'entre eux.

C'est ainsi que, dans l'un d'eux, j'ai recueilli, avec un fragment de pointerolle en silex, un certain nombre d'ossements humains épars çà et là, quelques dents, plus un fragment de la mâchoire inférieure d'un fœtus humain de 7 à 8 mois.

Dans un autre dolmen, également à Bois-Bas, bien conservé mais presque complètement vidé de tout ce qu'il a pu renfermer, je n'ai trouvé qu'un seul os humain, un métacarpien, et un éclat de silex jaune en assez mauvais état.

Plus loin, j'ai pu explorer et beaucoup mieux étudier, au contraire, grâce à son bon état de conservation, un autre dolmen connu sous le nom de *Dolmen de Cigalières*. Là, avec MM. Jullian et Bousquet, — que je tiens à remercier ici de leur aide précieuse, ainsi que M. G. Gautier, qui, ne pouvant cette fois prendre part à ces recherches, n'en a pas moins tenu à me les faciliter avec une bonne grâce dont je lui suis reconnaissant, — là, dis-je, j'ai trouvé un assez grand nombre d'ossements humains et de dents appartenant à des sujets d'âges différents, ainsi que quelques os d'animaux, plusieurs coquilles et une petite pierre brûlée.

Tels sont, en un résumé succinct, les résultats que je désirais vous soumettre.

M^lle B. SINARD

à Avignon.

SUR LA PRÉSENCE DU PENTACRINUS DANS LE MIOCÈNE DES ANGLES (GARD)

— Séance du 21 septembre 1891 —

Il est certainement toujours utile de rechercher les conditions dans lesquelles les dépôts marins ont dû s'effectuer dans les couches terrestres : dans tous les cas, il y aura une importance particulière si nous pouvons établir ou entrevoir le mode de formation et les mouvements du sol qui en sont les principales causes, produites pendant la période miocène de

nos régions, période fort intéressante, préparant déjà la configuration actuelle du sol.

Il nous semble de même assez bien établi et nous admettons que certains fossiles, quels que soient les étages où on les retrouve, permettent de se rendre compte, par approximation, de la profondeur des mers où ils ont vécu et où se sont formées les couches qui les contiennent. Nous savons que les Ancylocéras et Nautiles de forte taille, etc., que leurs déplacements faciles peuvent conduire sur le rivage, appartiennent à la faune plagique; tandis que les *Pentacrinus*, fixés au sol par un pédoncule flexible, précisent plus sûrement encore le caractère du dépôt des hautes mers.

Ceux de cette famille que nous connaissons aujourd'hui, derniers débris d'une phalange qui fut extrêmement nombreuse et variée aux temps siluriens, vivent à des profondeurs considérables sous les flots. Ce sont : le *Pentacrinus Caput Medusæ* à 250 ou 300 brasses au-dessous du niveau de l'océan, le *Rhyzocrinus Lafotensis* jusqu'à 900 brasses, le *Bathycrinus gracilis* à 2435 brasses.

Par déduction, on peut donc affirmer que les couches terrestres, renfermant en abondance le *Pentacrinus* ou autres crinoïdes fossiles de cette famille, ne sont que le résultat de dépôts formés dans le sein d'océans profonds.

Au plateau des Angles les couches du miocène sont régulières et d'une grande puissance relative.

La régularité de ce dépôt indique déjà une mer profonde; sans cela, l'agitation des vagues en aurait détruit l'harmonie parfaite.

Ne reconnaissant aucun trouble apporté dans tous ces dépôts, nous sommes amenés à faire une nouvelle déduction. En cela, nous sommes d'accord avec certains auteurs qui pensent que, dans ces régions profondes que les mouvements des tempêtes effleurent à peine, que n'atteignent pas les variations de température extérieure, la vie a pu suivre sans secousse la lente et graduelle évolution du globe.

Il semble donc en dehors même de la présence du *Pentacrinus*, que dans cette mer helvétienne les couches se sont déposées dans une tranquillité absolue et par conséquent à une grande profondeur.

De l'ensemble des feuillets de détails des couches des Angles, il est facile de s'assurer que quelques bancs peuvent être considérés comme des dépôts côtiers, tandis que les assises inférieures, d'une grande épaisseur, n'ont jamais été interrompues dans leur formation; il résulte de ce fait que ce premier dépôt fut suivi d'une période où, cessant de se former, il fut possible aux Bryozoaires de se développer au-dessus; de là une première assise de 50 à 60 centimètres d'épaisseur leur appartenant exclusivement, au milieu de laquelle vécurent aussi les *Pentacrinus*, comme sur un récif corallien profond.

Mais il est probable que les conditions changèrent ; les premiers dépôts reprennent leur cours et recouvrent ce banc de Bryozoaires, d'une épaisseur de 7 ou 8 mètres de hauteur. Une nouvelle modification ramène un deuxième banc de Bryozoaires, un peu marneux cette fois, avec absence de *Pentacrinus*, surmonté lui-même de débris de Pecten, d'oursins roulés, disloqués.

Mais voici où les considérations que nous voulons établir prennent une certaine importance, c'est que cette deuxième couche supérieure de Bryozoaires s'incline fortement sur la première inférieure (elles convergent de telle façon que, prolongées, elles se rencontreraient infailliblement). Elle accuse, de ce fait, un mouvement de bascule qui s'est fait sentir entre la formation de ces deux couches à Bryozoaires.

Puis, tandis que la première possède le *Pentacrinus*, la deuxième en est dépourvue ; d'où un mouvement d'exhaussement s'est manifesté dans l'intervalle qui a fait disparaître le *Pentacrinus*.

Après cette deuxième couche, les dépôts reprennent leur marche plus faible suivant l'inclinaison de la deuxième couche à Bryozoaires et tout est ramené à sa première position horizontale.

Cette masse est ensuite soumise à une action destructive qui dénude la surface, en corrodant ce banc, attaque même la deuxième couche à Bryozoaires.

Le pliocène est passé là-dessus sans rien laisser de ses traces, le quaternaire même est absent, bien que des cailloux roulés existent, non loin de là, à Bellevue, remplissant directement les dénivellations des couches redressées du Néocomien.

Ces mouvements sont locaux sans doute, aux Angles où les dépôts se sont réunis dans une grande dépression de Néocomien en forme de véritable cuvette ou précipice ayant tout au plus quelques centaines de mètres de rayon et 50 à 80 mètres de profondeur.

La présence du *Pentacrinus* permet de saisir l'ensemble de ces mouvements dont l'amplitude ne saurait être contestée pour une même formation (période miocène helvétien).

Les causes de ces mouvements divers sont trop bien connues pour les discuter ici, l'apparition des Alpes explique suffisamment ces variations d'altitude dans le fond des mers.

Les dislocations du Néocomien dans cette région, les failles nombreuses qui traversent ces couches, dont une surtout se poursuit en ligne droite du nord au sud, de Saint-Julien-de-Comolas par Roquemaure et Saint-Rémy l'attestent aussi d'une façon certaine.

Quant au *Pentacrinus* dont nous signalons la présence dans l'Helvétien des Angles, malgré sa ressemblance avec le *Pentacrinus Gastaldii* de Beaucaire, nous faisons nos réserves pour le décrire, si, comme nous l'espérons, après un examen plus minutieux, nous sommes convaincus que c'est une espèce nouvelle.

M. VIGUIER

Docteur ès sciences, à Carpentras.

PLIOCÈNE DES ENVIRONS DE MONTPELLIER

— Séance du 21 septembre 1891 —

Dans une notice publiée, il y a deux ans, sur le même sujet, j'ai cherché à démontrer l'inexactitude de l'opinion généralement admise dans ces dernières années à la suite de la publication des monographies locales de M. le professeur de Rouville, opinion d'après laquelle les sables de Montpellier seraient séparés de la molasse helvétienne par le niveau des marnes sableuses à *Potamides Basteroti*. J'avais repris également l'étude de quelques fossiles intéressants de cet horizon.

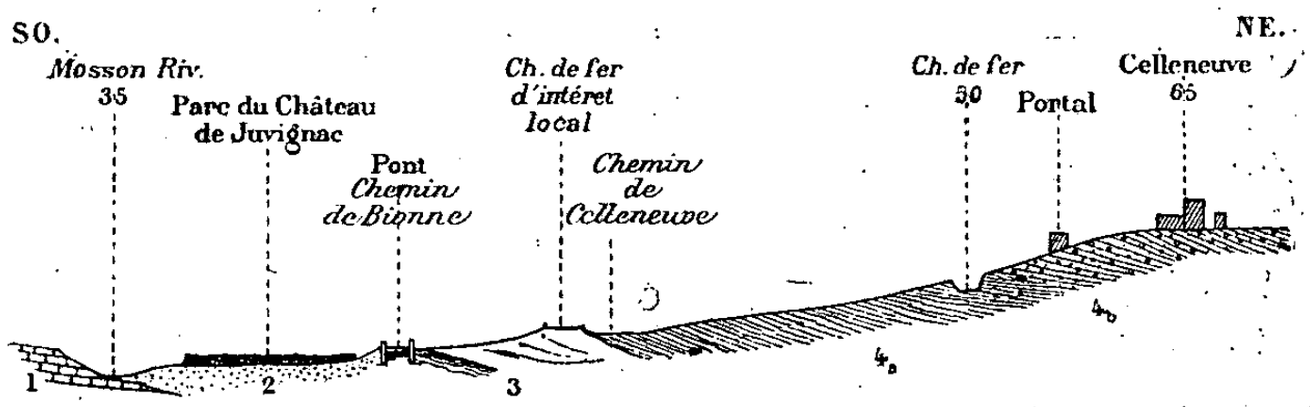
Le présent travail peut être considéré comme le complément et la confirmation, avec quelques rectifications, de mon mémoire de 1889.

Je renvoie pour l'historique de la question au mémoire précité, auquel on devra également avoir recours pour des détails descriptifs qu'il était inutile de reproduire ici.

I. — Coupes.

1° *Coupe de la vallée de la Mosson au plateau des Réservoirs*. — Dans cette coupe importante, j'ai pu reconnaître avec M. Castets (1) la présence des marnes à potamides qui n'avaient pas encore été signalées dans la vallée de la Mosson.

Si, partant de la rivière, après avoir dépassé le parc du château de



Juvignac, on s'élève sur le plateau de Celleneuve qui n'est que la conti-

(1) Je dois remercier ici M. Castets, alors étudiant à la Faculté des Sciences de Marseille, du soin qu'il a mis à vérifier sur place les conclusions de mon premier mémoire, et du désintéressement avec lequel il m'a communiqué les échantillons qu'il a pu recueillir.

nuation vers l'ouest de celui des Réservoirs, on rencontre successivement *(fig. 1)* :

1. Miocène.
2. Alluvions caillouteuses de la Mosson. 2 mètres.
3. Marnes sableuses grises, jaunâtres, quelquefois rougeâtres avec points blancs, renfermant des débris de *Potamides Basteroti*, auricules, bivalves saumâtres indéterminables, mais dont le test est conservé. A ces marnes se mélangent par places quelques graviers présentant des fragments d'huîtres roulés. 1 mètre.
4. Marnes argileuses bariolées avec nodules blancs de carbonate de chaux, et zones de graviers et poudingues.

Si l'on suit très exactement la direction de la coupe, les marnes bleues renfermant la faune étudiée par Paladilhe ne paraissent pas se présenter à la base de la série avec leur aspect habituel, et l'on observe les couches n° 4 de la coupe sans pouvoir distinguer leur passage au n° 3; mais si l'on prend en remontant le chemin conduisant à Celleneuve par Portal, on observe bientôt dans la tranchée du chemin de fer d'intérêt local, la superposition suivante :

Niveau du sol à la cote 50 mètres.

4 *b*. Argiles jaunes ou blanches avec graviers et poudingues renfermant de nombreuses testacelles et des Triptychia et Helix sans test et à l'état de moules. 5 mètres environ.

4 *a*. Marnes argileuses grises et bleuâtres sans graviers ni poudingues avec Triptychia, Helix, Hyalinia à test conservé. Testacelles rares.

Ces marnes sont plus argileuses et moins micacées que celles du miocène qui affleurent sur la rive droite de la Mosson et avec lesquelles il serait facile de les confondre au premier abord. 3 à 4 mètres.

Sol de la tranchée.

Le passage de ces marnes argileuses inférieures aux argiles marneuses supérieures de couleurs claires n'est pas brusque et net; mais, au contraire, les argiles jaunes renferment dans leurs parties inférieures des lentilles et des zones grises non altérées, qui établissent un passage tout à fait graduel entre les deux zones.

Cette coupe montre que les marnes à Triptychia peuvent atteindre une épaisseur beaucoup plus grande que celle que j'avais admise en 1889. De plus, cet ensemble marneux paraît constituer le sous-sol d'une partie du plateau de Celleneuve et il est fort probable qu'on devra lui rapporter les marnes argileuses du Mas-de-Martel que j'avais cru alors pouvoir attribuer, avec beaucoup de doute cependant, au pliocène supérieur.

2° *Coupe de la carrière Ferté.* — Les carrières dites carrières Ferté se trouvent entre la campagne Ferté et le chemin de fer de Celleneuve, à 800 mètres environ dans la direction sud-ouest du plateau du Peyrou, après avoir traversé la voie en venant de la ville.

Le niveau du sol environnant étant ici vers la cote 45, un premier escarpement, dans la partie droite de la carrière, fournit la série suivante :

1. Terres remaniées, terre végétale. 1 mètre.

2. Marnes argileuses jaunâtres, souvent ferrugineuses, présentant des zones sableuses d'étendue et d'épaisseur variables, n'ayant quelquefois que quelques millimètres de longueur sur une fraction de millimètre d'épaisseur et dont la masse prédomine par places sur la marne enveloppante. Ces marnes renferment des moules externes de *Potamides Basteroti*, *Cerithium vulgatum*, *Cardium* cf. *papillosum* Poli, etc., situés le plus souvent dans les zones sableuses. Leur épaisseur en ce point est d'environ 0m,50. Elles passent inférieurement à :

3. Marnes argileuses grises, bleuâtres, jaunâtres par altération, avec nodules de carbonate de chaux blanc pulvérulent. C'est dans ces marnes que se trouvent les empreintes végétales souvent déchirées et disposées irrégulièrement par rapport à la stratification. Ces empreintes sont cependant parfois admirablement conservées, en raison de la finesse des éléments sableux de cette zone, qui est principalement formée d'une argile grossière homogène avec de rares grains quartzeux dont la dimension soit comparable à celle du quartz des couches sableuses 2 et 4.

Les traces de *Pot. Basteroti* sont ici fort rares, mais se présentent avec les débris du test.

L'épaisseur de la couche est d'environ 1m,50 au maximum et elle passe à son tour dans sa partie inférieure à :

4. Sables avec petites zones marneuses grises, irrégulières, avec empreintes de *P. Basteroti* et de cardium, 0m,60.

5. Sables plus ou moins endurcis, gris ou jaunes, 0m,50.

6. Sables jaunes exploités du fond de la carrière, visibles sur 3 mètres d'épaisseur environ.

Sur un autre point de la même carrière, à droite du précédent, on observe :

1° Terre végétale. 0m,80.

2° Marnes jaunes et graviers fluviatiles avec sables remaniés et débris d'huîtres. 1m,30.

3° Marnes sableuses grises ou bleuâtres présentant à 0m,80 de leur surface supérieure une zone avec débris de potamides. 2m,30.

4° Sables marins du fond de la carrière visibles sur une épaisseur de 6 mètres environ. A 1m,50 à partir du fond on trouve dans ces sables deux lits à *Ostrea cucullata*, l'un de 0m,10, l'autre de 0m,20, séparés par une bande de sable ordinaire.

Ces deux coupes qui montrent sans discussion possible la position de la zone à Potamides au-dessus des sables, prouvent qu'à des distances très rapprochées (15 mètres au plus) des variations importantes se manifestent dans l'allure des dépôts. Les limites des diverses zones sont loin d'être régulièrement horizontales et présentent de fortes ondulations. De même telle zone peut disparaître brusquement en lentille comme le fait l'assise à empreintes végétales dans cette dernière coupe.

On voit d'ailleurs ici que, malgré l'intercalation de cette assise à plantes terrestres, la faune de la zone à *P. Basteroti* présente un facies plus franchement marin que dans le gisement classique du chemin de la Gaillarde dont j'ai donné la coupe dans mon étude de 1889. Dans la carrière Ferté, les auricules, les débris de planorbes, etc., manquent complètement et sont remplacés par le *Cerithium vulgatum* et des cardiums saumâtres.

On peut donc voir là un nouveau facies de transition qui vient compléter la série de passage des faunes pliocènes marines aux faunes fluviatiles et terrestres.

3° *Coupe de la tranchée du chemin de fer de Celleneuve sur le plateau, près de la campagne Saporta.* — Dans son mémoire de 1879, M. de Rouville a publié une coupe de la tranchée du chemin de fer de Celleneuve prise aux environs de la campagne Saporta, coupe qu'il me fit dessiner en représentant les poudingues et argiles supérieurs reposant par ravinement sur des sables qu'il rapportait aux sables marins. Je n'avais pu depuis vérifier cette superposition et, dans mon travail de 1889, j'avais encore accepté l'assertion de M. de Rouville concurremment avec le fait du passage graduel d'une formation à l'autre, dernier fait que j'avais pu alors constater moi-même et qui avait été signalé aussi par le professeur de Montpellier. Ces deux affirmations contradictoires ne m'avaient pas permis d'établir avec certitude les rapports des deux groupes. Depuis lors, j'ai pu reprendre l'étude de cette tranchée au point même où elle avait été étudiée en 1879 et j'ai pu me convaincre que, même dans ses parties les plus profondes, on ne peut y observer aucun affleurement des sables marins, mais seulement des argiles, graviers et grès marneux ou sableux supérieurs d'eau douce en stratification torrentielle. Sur certains points, les grès sont très peu cohérents et il se développe quelques grandes zones de sables identiques à ceux que l'on rencontre un peu plus au sud, dans les collines qui séparent la route de Montagnac de la vallée de la Mosson et que j'ai décrits en 1889. Mais ces sables sont toujours à éléments de grosseurs plus variables, et plus riches en éléments argileux que les sables marins auxquels ils ressemblent parfois beaucoup à première vue.

Les argiles jaunes et grises sont les couches les plus inférieures que l'on puisse apercevoir dans la tranchée, où elles servent de niveau aquifère, et une petite source s'y montre quelque part au niveau du sol, montrant bien que les sables marins perméables ne forment pas, à beaucoup près, le sol immédiat. On doit donc abandonner l'idée d'un ravinement direct des sables par les graviers supérieurs.

II. — Faune.

J'ai donné, sous forme de tableau synoptique, en 1889, la liste de toutes les espèces observées jusqu'ici dans les diverses zones du pliocène de Montpellier et dont les noms se trouvent épars dans de nombreux mémoires. Il s'est malheureusement glissé dans ces tableaux quelques erreurs d'impression qui pourraient aider à des statistiques erronées de cette faune et je crois devoir reproduire ici cette liste en réservant un paragraphe spécial pour chaque zone, ce qui évitera plus facilement les erreurs. Je distinguerai :

A. Faune des sables marins. — *B.* Faune des marnes sableuses à Potamides. — C_1. Faune des marnes à Helix de Celleneuve. — C_2. Faune

des marnes à Lymnées de Celleneuve. — C_3. Faune des marnes du Palais-de Justice.

A. *Faune des sables marins.*

? *Pithecus maritimus*, de Christol.
Machairodus sp.
Felis Christoli, P. Gervais.
Hyena, sp.
Lutra affinis, P. G.
Hyenarctos insignis, P. G.
Chalicomys sigmodus, P. G.
Mastodon Arvernensis, Cr. et J. (*M. brevirostris* P. G.)
Rhinoceros leptorhinus Cuv. *R. megarhinus* de Christol. *R. Monspessulanus* de Blainv.
Tapirus Arvernensis Cr. et J. *Tapirus minor*, M. de Serres.
Sus provincialis, P. G. *S. Arvernensis*.
Hipparion sp.
Palœoryx Cordieri, de Christol.
Cervus Cauvieri, de Chr.
Cervus australis, M. de Serres. *C. elsanus* F. Maj.
Rorqualus (Plesiocetus) priscus, P. G.
Delphinus pliocenus, P. G.
Haplocetus curvidens, P. G.
Physalus antiquus, P. G.
Halitherium Serresi. P. G. *Metaxtherium Cuvieri* de Christol.
Pristiphoca occitanica, P. G.
Tryonyx sp.
Oxyrhina plicatilis, P. G.
Lamna sp.
Acanthias Monspeliensis, P. G.
Myliobates crassus, P. G.
Myliobates meridionalis, P. G.
Balistes sp.
Labrodon pavimentatum, P. G.
Chrysophrys sp.
Encheiziphius teretirostris, Rutim.
Cerithium vulgatum, Brug.
Potamides Basteroti, M. de Serres (type).
Acanthina Gallica, P. G.
Natica, Cerithium, Turritella. moules indét.
Spondylus crassicosta, L. K.
Ostrea cucullata, Born.
Ostrea Serresi, Tourn.
Cardium indét.
Balanes, bryozoaires.
Polystomella, Robulina, Rotalia.

B. *Faune des marnes sableuses* à Potamides Basteroti.

Helix, fragments indét.
Planorbis, fragments indét.
Paludina indét.
Ophicardelus Serresi, Tourn. (Auricula acuta, M. de Serres.)
Ophicardelus Brocchii, Bon. Aur. myotis. Aur. dentata, M. de Serres.
Melampus myotis, Brocchi.
Potamides Basteroti, M. de Serres.
Cardium cf. *papillosum* Poli.
Cardium indét.
Nonionina derelicta, Palad.
Polystomella, Robulina, Rotalia.

C_1. *Faune des marnes à Helix de Celleneuve, dites marnes de Paladilhe.*

Testacella Bruntoniana, M. de Serres.
Succinea cf. Itatica, Jan. individu incomplet.
Hyalinia cellaria, Gray.
H. crystallina, Leach.
H. diaphana, Moq.
H. cf. fulva, Moq.
H. Casteti, nov., sp.
Helix Gaspardiana, Palad.
H. cf. Chaixi.
H. quadrifasciata, M. de Serres.
H. Amberti, Mich.
H. Godarti, Mich.
H. Bernardii, Mich.
H. cf. lapicida, Müll.
H. aculeata, Müll.
H. labyrinthicula, Mich.
H. Duvali, Mich.
H. Victoris, Mich.
H. ruderoïdes, Mich.
Ferussacia obovata, Palad.
F. subcylindricoïdes, Palad.
F. lœvissima, Mich.
F. convoluta, Palad.
Azeca miliolum, Palad.
Triptychia sinistrorsa, M. de Serres.
Clausilia Fischeri, Mich.
Cl. Baudoni, Mich.
Pupa baccillus, Palad.
Vertigo Bleicheri, Palad.
V. Dupuyi, Mich.
V. Nouleti, Mich.
V. pseudoantivertigo, Palad.
V. priscilla, Palad.
V. Venetzi, Charp.
Ophicardelus Serresi, Tournouer.

Carychium tetrodon, Palad. C. minimum ? Mich. C. pachychilus Sandb.
C. cf. eumicrum, Bourg.
Planorbis submarginatus, Crist. et Jan.
Pl. lœvis, Ald.
Pl. affinis, Mich., Pl. Thiollieri jun. Sandb.
Pl. geniculatus Sandb. Pl. nautileus, Mich. Pl. imbricatus, Müll. in Palad.
Pl. cf. complanatus L.
Cyclostoma sulculatum Palad.
Craspedopoma egregium, Palad. Valvata conoidalis, Mich.
Paludina ventricosa, Sandb. P. lenta Sowin Palad. P. subcarinata Mich.
Amnicola Dubrueiliana, Palad.
Sphærium Normandi, Mich.

C_2. *Faune des marnes à Lymnées de Celleneuve.*

Helix Victoris, Mich. sp. aff.
Clausilia Baudoni Mich.
Vertigo Paladilhei Font. V. pseudoantivertigo Palad.?
V. Venetzi Charp. sp. aff.
Planorbis submarginatus, Crist. et Jan.
P. affinis, Mich.
P. geniculatus, Sandb.
Lymnæa Dubrueili, Font.
L. Rouvillei, Font.
Ancylus sp.
Sphærium Normandi, Mich.

C_3. *Faune des marnes du Palais-de-Justice.*

Semnopithecus Monspessulanus, P. G.
Machairodus sp.
Hyena sp.
Lagomys laxodus, P. G.
Chalicomys sigmodus, P. G.
Mastodon Arvernensis, Cr. et J.
Rhinoceros leptorhinus, Cuv.
Tapirus Arvernensis, Cr. et J.
Sus provincialis, P. G.
Hipparion sp.?
Palœoryx Cordieri, de Christol.
Antilope hastata, P. G. (des graviers supérieurs de la Mosson).
Cervus Cauvieri, de Christol.
C. Australis, M. de Serres.
Falco sp.?
Testacella Bruntoniana, M. de Serres.
Parmacella unguiformis, P. G.
Helix quadrifasciata, M. de Serres.
Helix Gaspardiana, Palad.
Helix cf. Chaixi.
Triptychia sinistrorsa, M. de Serres.
Cyclostoma sulculatum Palad. (C. elegans aff., M. de Serres).
Truncatella truncatula aff., M. de Serres.
? Vivipara lenta Sow.? Paludina elongata, M. de Serres.
Unio incertus! Unio transversalis! M. de Serres.

III. — Flore.

Charles Martins a, si je ne me trompe, découvert, le premier, dans le pliocène de Montpellier (Sables ?) quelques empreintes végétales qui ont été décrites ou citées par M. de Saporta et M. Marion, sous les noms de Quercus (Q. Monspeliensis Sap., etc.), carpinus; mais sans indications stratigraphiques précises. M. Castets, en poursuivant l'exploration des gisements pliocènes de Montpellier qu'il avait commencée avec moi, a été assez heureux pour découvrir dans les carrières Ferté (voir plus haut la coupe de ces carrières) un gisement de plantes fort intéressant dont l'exploitation sommaire nous a fourni quelques empreintes que M. l'abbé Boulay a bien voulu se charger d'examiner. M. Boulay a cité (*Flore pliocène dans la vallée du Rhône, Revue de Lille*, 1er déc. 1890, p. VI) les quelques formes de ce gisement qu'il a pu déterminer, à savoir :

Liquidambar Europæum A. Br.
Zelkova crenata Sp.
Populus alba L.?
Quercus Lamotenei Sap.?
Carpinus ?
Juglans ?

D'après les renseignements que je lui dois, ces empreintes sont souvent en meilleur état que celles recueillies à Théziers dans la même zone. M. Boulay constate d'ailleurs que jusqu'ici la flore de la zone à *Potamides Basteroti* ne diffère pas de celle des marnes inférieures à *Nassa semistriata*.

IV. — Remarques sur quelques fossiles. *(Pl. I.)*

1. *Testacella Bruntoniana*, M. de Serres *(fig. 1,1 a)*. Cette espèce, citée pour la première fois par M. de Serres dans les marnes du Palais de Justice de Montpellier, a été retrouvée plus tard par Paladilhe à Celleneuve où elle est, en effet, très commune (voir coupe n° 1) dans les couches supérieures. La description très insuffisante de M. de Serres et l'absence de figures rendaient nécessaires de nouvelles observations. Voici d'abord tout ce que dit à son égard l'auteur de l'espèce : « *Testacella Bruntoniana.* — Testovato oblonga, sub convexa; apice retusa, vel umbilicata. Long. : 0m,011.

« Cette testacelle fossile se distingue de l'espèce vivante par sa plus grande » taille, sa spire rétuse et entourée d'une excavation ombilicale. Sa columelle » renflée, qui règne dans toute l'étendue du bord gauche et sa forme générale » sont les traits distinctifs et tranchés qui la séparent des différentes espèces » de testacelles vivantes. »

En réalité, *T. Bruntoniana* (1) est de taille très variable, depuis 6 à 9 millimètres jusqu'à 22 millimètres de longueur maxima que j'ai mesurés sur un échantillon qui avait en outre 12 millimètres de largeur et 9 millimètres de hauteur. Les petits individus, les plus jeunes, ont surtout de l'analogie avec *T. Maugei* vivante. J'ajouterai les caractères suivants : coquille ovale auriforme, assez convexe, assez épaisse chez les individus âgés, finement sillonnée de stries concentriques divisées chez les individus de grande taille, en deux ou trois groupes, par des stries plus fortes correspondant à des bords temporaires de la coquille. Spire nette. Ouverture égale à environ huit dixièmes de la longueur totale, et arrondie antérieurement. Bord columellaire déprimé ou subdéprimé, étroit, peu arqué, assez épais, occupant presque toute la hauteur de l'ouverture et séparé du bord externe par un sinus assez profond. Bord externe aigu et fragile, droit ou faiblement arrondi.

2. *Hyalinia Casteti*, nov. sp. *(fig. 2)*. Coquille de grande taille assez convexe en dessus, très largement ombiliquée, ombilic s'évasant à l'entrée, et formant un angle avec la partie inférieure du dernier tour. Très finement striée. Ouverture arrondie, échancrée par l'avant-dernier tour. Péristome droit, simple et tranchant. 6 tours de spire séparés par une suture peu profonde et augmentant graduellement. Dernier tour peu dilaté.

Par sa forme générale, cette belle espèce se place entre *H. Collongeoni* et *Zonites algirus* vivant. On pourrait dire qu'elle a avec *H. Collongeoni* des rapports inverses de ceux de *Helix Gaspardiana* avec *Helix Chaixi*. Elle sera facile à distinguer de la première par sa forme plus déprimée, sa bouche plus petite, et la moins grande dimension des tours. L'ombilic des deux espèces présente la plus grande analogie.

(1) M. Bourguignat s'est occupé de cette espèce dans sa notice sur les espèces vivantes et fossiles du genre testacelle, publiée dans ses Spicilèges malacologiques. (Paris, Baillère, 1862). Je regrette de n'avoir pu consulter ce travail, tiré à 100 exemplaires seulement. Le parfait état et le nombre des échantillons que j'ai eu entre les mains me font croire que ce que j'ai cru devoir en dire ici ne sera pas inutile.

Voici, d'ailleurs, quelques mesures comparées des deux espèces :

	Grand diamètre	Petit diamètre	Hauteur	Hauteur de la bouche
H. Collongeoni	42	37	33	19
H. Casteti	41	34	27	15

3. *Helix Quadrifasciata*, M. de Serres *(fig. 3, 3a)*. Je ne crois pas que cette espèce de M. de Serres ait été encore figurée et elle mérite d'être mieux connue, car elle a été à tort considérée comme l'Helix caractéristique des dépôts d'eau douce de Montpellier. En réalité, elle est bien moins répandue que *H.* cf. *Chaixi* et *H. Gaspardiana*. L'échantillon que j'ai dessiné et qui provient des marnes bleues à *H. Gaspardiana* de Celleneuve présente trois bandes jaune rougeâtre bien nettes de 1 millimètre à 1mm,5 de largeur. Les deux premières se trouvent de part et d'autre à égale distance du milieu de l'avant-dernier tour. L'inférieure beaucoup plus large. Les dimensions sont les suivantes :

Grand diamètre	Petit diamètre	Hauteur
32mm	26	23

Je renvoie pour sa diagnose aux descriptions de M. de Serres et de Paladilhe.

4. *Helix Gaspardiana*, Palad *(fig. 4, 4a 4b)*. Cette espèce est réellement la plus commune dans les gisements de Montpellier et de Celleneuve. Paladilhe en ayant donné une bonne description, je crois inutile de la répéter ici. Le dessin de cet auteur est, au contraire, fort mauvais et il était nécessaire de le rectifier. J'ajouterai que c'est à tort que Paladilhe a donné comme caractère de cette espèce, sa taille moins forte que celle de *H. Chaixi*; les beaux exemplaires recueillis à Celleneuve sont sensiblement de même taille que l'espèce de la Drôme, ainsi que le montrent les mesures ci-dessous :

	Grand diamètre	Petit diamètre	Hauteur
Helix Gaspardiana. Type de Paladilhe.	36	29	27
H. Gaspardiana. Grands individus.	43	34	31
H. Gaspardiana. Moules de Montpellier.	38	31	30

Les dimensions de la bouche varient légèrement; trois individus, à peu près de même taille, ont donné :

Largeur : 21,5	Hauteur : 17,5
— 19	— 18
— 21	— 18

Comme le fait remarquer Paladilhe, *H. Gaspardiana* se rapproche beaucoup, par sa forme générale, de *H. Codringtoni* Gray, espèce vivante. Je l'en distinguerai par ses stries moins fortes et l'absence d'une sorte de saillie dentaire au bord columellaire de l'ouverture. Elle diffère aussi de *H. Vermicularia* Bonelli, du pliocène d'Italie par son dernier tour beaucoup plus évasé vers la bouche. Quant à la distinction avec *H. Chaixi*, elle est rendue facile par la forme plus déprimée, l'accroissement plus lent des tours, la présence d'une sorte de carène à l'avant-dernier tour, la forme plus arrondie du bord externe de la bouche beaucoup plus brusquement infléchie, qui caractérisent cette dernière espèce.

5. *Helix cf. Chaixi.* — J'ai rencontré, parmi les moules d'Hélix que l'on trouve dans les marnes supérieures de Montpellier et plus rarement parmi ceux recueillis à Celleneuve, plusieurs individus sensiblement plus aplatis et à accroissement de tours plus lent que dans *H. Gaspardiana.* Après comparaison attentive et bien que l'état des moules ne permette pas une diagnose précise, j'ai cru devoir les rapprocher de *H. Chaixi* avec laquelle ils ont bien plus de rapports qu'avec *H. Gaspardiana,* par leur forme générale et le commencement de carène sous le dernier tour.

On pourra comparer les mesures ci-dessous à celles que j'ai données plus haut pour *H. Gaspardiana.*

	Grand diamètre	Petit diamètre	Hauteur totale
H. Chaixi d'Hauterives.	46	37	28
Moules de Montpellier.	45	38	27

6. *Triptychia sinistrorsa.* M. de Serres *(fig. 5.)* — Dans mon travail de 1889 j'ai décrit et figuré cette espèce d'après les débris que j'avais pu recueillir à Celleneuve. Je possède aujourd'hui, de la même localité, des exemplaires à peu près complets, parmi lesquels un de petite taille, peut-être une variété, que j'ai cru devoir reproduire, à cause du parfait état de conservation de l'ouverture. On remarquera que ce nouvel échantillon ne laisse plus aucun doute sur les différences complètes qui séparent *T. Sinistrorsa* des autres espèces dont on a pu être tenté de la rapprocher, et a une apparence de clausilie très typique.

7. *Cyclostoma sulculatum* Palad. *(fig. 6, 6a).* — J'ai dû figurer à nouveau cette intéressante espèce, la plus commune peut-être dans le gisement de Celleneuve et qui a été très exactement décrite par Paladilhe, mais accompagnée d'une mauvaise figure. Cette espèce me paraît d'autant plus importante qu'elle est actuellement, je crois, la seule forme de Celleneuve que j'ai reconnue parfaitement identique dans les dépôts pliocènes de Pézenas, elle établit ainsi un rapprochement entre ces deux formations de l'Hérault.

8. *Cerithium vulgatum,* Brug. — J'ai constaté pour la première fois la présence de cette espèce dans les couches supérieures à potamides de la carrière Ferté (voir coupe n° 2). L'individu recueilli, par sa forme courte, trapue et renflée, noduleuse, se rapproche beaucoup plus des formes du pliocène du Comtat que de la plupart des variétés actuellement vivantes dans la Méditerranée.

IV. — Conclusions.

Mes diverses coupes montrent d'une manière, que je crois indiscutable, l'ordre de succession de presque toutes les zones pliocènes des environs de Montpellier. La position des marnes à lymnées décrites par Fontannes dans le lit de la Mosson paraît rester un peu douteuse. Malgré mes recherches, je n'ai pu retrouver ce gisement dont la seule description se trouve dans les lignes suivantes de ce géologue :

« Je découvris dans le lit même de la Mosson, à peu de distance du » gisement bien connu de Celleneuve, un dépôt marneux. . . . . » . . . . Les marnes de la Mosson apparaissent sur une faible étendue, » sous les alluvions de la rivière, à quelques centaines de pas en aval du

» pont de Juvignac. Toute relation avec les assises tertiaires appartenant » à la série du calcaire moellon qui plonge sous le pont, aussi bien qu'a- » vec celles qui constituent sur la rive gauche les berges de Celleneuve, » est absolument cachée par les dépôts récents. »

Or, en descendant la Mosson en aval du vieux pont de Celleneuve, j'ai pu seulement reconnaître les berges de la rivière comme formées sur la rive droite pendant 90 mètres environ par les calcaires miocènes. Au delà ces calcaires sont couronnés pendant 40 mètres par des marnes bleuâtres micacées avec traces de fossiles marins (Balanes, Vénus, etc.); ces marnes disparaissent ensuite sous les alluvions de la rivière, généralement caillouteuses, plus rarement sableuses ou terreuses avec coquilles terrestres et d'eau douce vivantes : *Cyclostoma elegans*, *Lymnæa limosa*, etc. Cent mètres plus loin, c'est-à-dire à 200 mètres environ du vieux pont, affleurent de nouveau un instant, au bord de l'eau et sous ces alluvions, les mêmes marnes miocènes grises, un peu micacées avec bivalves marins.

Je dois donc supposer, ou bien que les marnes de Fontannes sont assez étroitement limitées pour avoir échappé à mes recherches répétées, ou bien que leur affleurement a été masqué ou enlevé par les mouvements du lit de la rivière. En s'en tenant aux documents de Fontannes, il est parfaitement rationnel de regarder avec lui ces marnes comme étroitement reliées, sinon équivalentes, aux marnes à Hélix de Paladilhe dont j'ai décrit l'affleurement à quelques centaines de mètres presque en face, sur l'autre rive de la Mosson, au-dessous de Portal. Ces marnes ne contiennent pas, il est vrai, de lymnées, mais les six espèces communes au moins qu'elles ont avec la faune des marnes de Fontannes; les rapprochent suffisamment.

Bien que je n'aie pas fait encore une étude détaillée du pliocène de Pézenas, je crois devoir ajouter quelques observations à ce que j'en ai dit déjà dans mon étude de 1889. Les couches de Pézenas à *Rhinoceros leptorhinus*, *Palæoryx Cordieri*, que M. de Rouville considère comme « l'équivalent continental » de ce qu'il appelle « les sables estuariens de » Montpellier » (*Comp. rend. Acad. Sc.*, 8 avril 1889) paraissent, au contraire, à tous les points de vue, être exactement l'équivalent des couches d'eau douce du Palais de Justice de Montpellier et de Celleneuve. Si les mammifères de Pézenas se trouvent également dans les sables littoraux de Montpellier, il faut reconnaître que ces mammifères ont une extension verticale dans presque tout le pliocène, tandis que les deux formations sont parfaitement séparées par l'évolution des faunes malacologiques, faisant correspondre la zone à *Potamides Basteroti*, *Cerithium vulgatum*, etc., à la ligne de démarcation. Je crois, d'ailleurs, avoir montré dans ma note de 1889 l'inexactitude de ce terme d'estuarien

appliqué à une formation sableuse qui présente tous les caractères d'un dépôt formé sur une côte découverte où le régime mixte ne s'établira que plus tard.

M. de Rouville propose, en même temps, un autre synchronisme pour ce même terrain détritique de Bassan près Pézenas. Il lui « paraît correspondre, d'une manière générale, à la totalité ou à une partie du conglomérat Bressan. » Je ne vois pas comment le professeur de Montpellier peut établir le synchronisme des couches de Bassan à faune du Palais de Justice, *R. leptorhinus*, *P. Cordieri*, etc., c'est-à-dire la faune des sables de Trévoux, avec le conglomérat Bressan du pliocène supérieur qui renferme *Elephas meridionalis* et qui est lui-même supérieur aux sables de Trévoux. En combinant les conséquences des parallélismes proposés par M. de Rouville, on arriverait à regarder les sables de Montpellier à *O. Cucullata* comme le représentant « estuarien » du conglomérat Bressan, ce qui paraîtra tout au moins bien difficile pour le moment.

La présence de débris basaltiques dans les couches à cyclostomes de Saint-Palais, près Pézenas, autorise à placer la date d'éruption d'une partie au moins des basaltes de la région dans le pliocène inférieur à la même époque probablement que celle du basalte du plateau de Pardines en Auvergne étudiés par MM. Michel Lévy et Munier-Chalmas, lequel basalte est raviné par des graviers, argiles et cinérites renfermant *Mastodon Arvernensis*, *Acer polymorpha*, *Fagus pliocenica*, etc.

J'ai montré, dans mon Mémoire de 1889, qu'il était rationnel d'admettre un âge analogue pour les basaltes des environs de Montpellier.

Je me résumerai en disant que :

Sur tous les points observés jusqu'ici, la série des dépôts d'eau douce repose en concordance sur les sables marins, le passage d'une formation à l'autre étant généralement graduel.

Dans l'épaisseur même de la zone à *Potamides Basteroti* peuvent se présenter très localement des lentilles de marnes avec empreintes végétales.

La zone à *Potamides Basteroti* existe dans la vallée de la Mosson, comme à Montpellier, à la base du groupe d'eau douce.

Les argiles du Palais de Justice à *Testacella Bruntoniana*, *Triptychia sinistrorsa*, etc., se retrouvent également dans la vallée de la Mosson comme facies supérieur des marnes de Paladilhe qui présentent une faune à peu près identique.

Quelques espèces, *Hyalinia Casteti*, *Helix cf. Chaixi*, resserrent encore la parenté déjà admise entre ces dépôts d'eau douce de Montpellier et ceux d'Hauterives.

D'après les superpositions directement constatées, la série pliocène de la région de Montpellier paraît être définitivement la suivante :

	DILUVIUM QUARTZEUX ROUGE	
	Graviers à *Elephas meridionalis*	
GROUPE D'EAU DOUCE	Poudingues, graviers et sables calcaires de la vallée de la Mosson à cailloux impressionnés.	40 mètres.
	Marnes et argiles jaunes ou blanches, souvent mêlées de graviers, avec *Testacella Bruntoniana,* moules de *Helix cf. Chaixi. H. Gaspardiana* et *Triptychia sinistrorsa. Semnopithecus Monspessulanus, Rhinoceros leptorhinus, Palæoryx Cordieri,* etc. du Palais de Justice, la vallée de la Mosson.	5 mètres.
	Marnes bleues à *Hyalinia Casteti, Helix Gaspardiana, Triptychia sinistrorsa* à test conservées et marnes à lymnées de la vallée de la Mosson.	4 mètres.
GROUPE SAUMATRE	Marnes sableuses à *Cerithium vulgatum, Potamides Basteroti* et Auricules du chemin de la Gaillarde, de la vallée de la Mosson, etc., avec intercalation de marnes à végétaux. *Liquidambar Europæum, Zelkova crenata,* etc.	4 mètres.
	Sables marneux supérieurs à *Pot. Basteroti* type, *Ostrea cucullata, O Serresi.*	50 centimètres.
GROUPE MARIN	Sables moyens à *O. cucullata, O. Serresi, Pristiphoca occitanica, Rhinoceros leptorhinus, Mastodon Arvernensis,* etc. . .	10 mètres.
	Sables inférieurs identiques, mais pauvres en fossiles et formant souvent des masses compactes.	35 mètres.
	HELVÉTIEN	

M. E. FOURNIER

à Marseille.

ALLURE GÉNÉRALE DES MOUVEMENTS OROGÉNIQUES DANS LES ENVIRONS DE MARSEILLE

— Séance du 23 septembre 1891 —

Lorsqu'on examine d'une façon superficielle les couches qui constituent les collines de nos environs, on est tenté de croire au premier abord que les dislocations se sont effectuées partout au hasard et qu'aucune loi générale n'a présidé à l'orogénie de notre région.

Mais si l'on étudie avec plus de soin cette stratigraphie si complexe, si l'on s'efforce d'établir des relations entre les faits que l'on a observés, on ne tarde pas à se convaincre que les soulèvements ont été soumis à

des lois aussi précises et aussi générales que celles qu'on a déjà découvertes dans le Jura et dans les Alpes.

Ces lois sont souvent très complexes, et le fait important qu'il faut mettre en lumière est le plus souvent masqué par une foule de phénomènes secondaires qui en rendent l'étude très difficile.

Nous allons essayer, dans cette Note, de déblayer le terrain de tous ces faits secondaires et d'étudier avec le plus de précision possible l'allure générale des soulèvements.

Nous nous tiendrons strictement dans le domaine des faits et nous laisserons systématiquement de côté toute théorie qui nous paraîtra trop hasardée.

Un fait qui frappe immédiatement un géologue qui arrive à Marseille, c'est que la ville occupe le fond d'un bassin tertiaire entouré de tous côtés de collines secondaires.

Ces collines se sont soulevées à la fin de la période oligocène et pendant le miocène: tous les géologues qui ont écrit sur la région s'accordent sur ce point.

Quel est le sens et la nature des mouvements qui ont donné naissance à ces collines? c'est ce que l'observation va nous apprendre. Suivons le

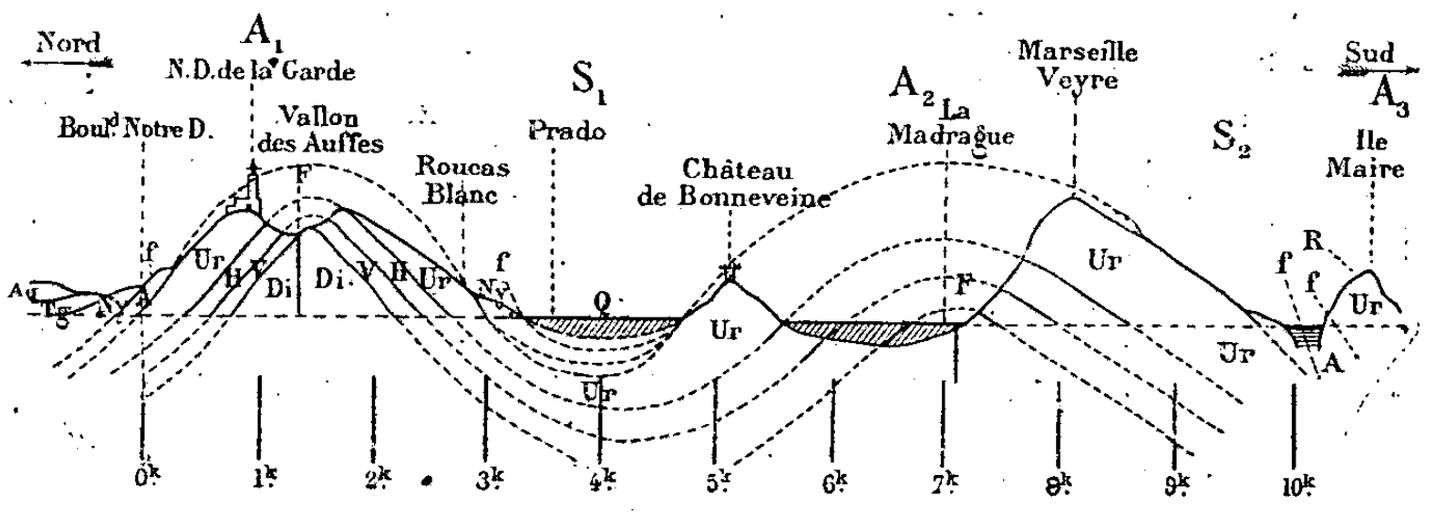


Fig. 1. — Coupe schématique des massifs des environs de Marseille. — Massifs de la partie sud (1).

cercle des collines en commençant par celles du sud *(fig. 1)*. Nous rencontrons d'abord le massif de Notre-Dame de la Garde. C'est un anticlinal bien caractérisé dont les couches inférieures sont jurassiques (calcaire blanc du vallon des Auffes, coupe I). Cet anticlinal a soulevé tous les étages

(1) Cette coupe se retrouve, avec quelques modifications, dans tous les massifs de la partie sud. Dans la coupe de la Sainte-Beaume, l'anticlinal (A_2) comprend, outre le crétacé : l'Infralias et le Trias ; il est renversé sur le Synclinal (S_1) qui comprend en plus le Sénonien et les couches à Cassiope Coquandi; certaines couches ont disparu par étirement ou dans la faille de tassement (voir les coupes de Marcel Bertrand). — L'anticlinal A_3 se retrouve à Carpiagne et à la Tête-de-Puget. (Voir *Esq. géol. des env. de Mars.*, par E. Fournier, fig. 3, 7, 8 et pl. II.)

Légende commune aux fig. 1 et 2 : L. Infralias et Lias. — J. Bajocien et Bathonien. — Kl. Callovien. — Di. Calc. et Diceras. — V. Valanginien. — H. Hauterivien. (Néoc. marneux). — Ur. Urgonien à Chama. — A. Aptien. — Cm. Crétacé supérieur (formations marines à Rudistes. — Cf. Crétacé supérieur (Série fluvio-lacustre.) — Ny. Calc. Tongrien à Nyastia. — Tg. Argiles Tongriennes. — Aq. Aquitanien. — Q. Quaternaire. — F. Fractures anticlinales. — f. Failles. — E. Étirements. — A. Anticlinaux. — S. Synclinaux. — R. Couches renversées.

infracrétacés, y compris l'aptien. Il a même redressé sur tout son pourtour les calcaires oligocènes. L'axe de l'anticlinal est une ligne de fracture qui forme le fond du vallon des Auffes.

Les couches de la partie nord ont été très vivement redressées au contact de la fracture et l'on voit au-dessous du calcaire à Diceras des couches de valanginien presque verticales. Ceci a de l'importance pour notre théorie, comme on le verra par la suite. L'urgonien du Roucas-Blanc disparaît sous l'oligocène et le quaternaire et après avoir formé une cuvette peu profonde va reparaître au château de Bonneveine.

Dans l'anse de la vieille chapelle, l'érosion marine a mis à découvert une couche de néocomien qui plonge vers le nord sous le château de Bonneveine.

De l'anse de la vieille chapelle à Montredon, les dépôts quaternaires nous empêchent d'observer la succession, mais nous verrons plus loin qu'il est facile de connaître la série des couches cachées.

A la Madrague de Montredon, sur la plage, on voit sous le quaternaire des couches de calcaire à Diceras qui plongent, les unes vers le nord, les autres vers le sud. La fracture anticlinale est très visible; et les couches qui plongent vers le nord sont beaucoup plus inclinées que celles qui plongent vers le sud. Au sud de la Madrague, le corallien est surmonté par toute la série infracrétacée, y compris l'aptien qui existe au cap Croisette. Dans la colline de Marseille-Veyre (395 mètres), cette série est très nette.

En présence de cette coupe, nous sommes naturellement amenés à conclure que les couches de Bonneveine et celles de Marseille-Veyre font partie d'un même anticlinal, dont le quaternaire recouvre quelques couches.

L'axe de cet anticlinal est dirigé sensiblement est-ouest et parallèle à celui de Notre-Dame de la Garde. Les deux axes sont fracturés d'une façon identique, seulement celui de Marseille-Veyre est plus étendu et en outre a formé comme une charnière autour de laquelle s'est affaissée la partie septentrionale du pli aujourd'hui recouverte en partie par les alluvions quaternaires de l'Huveaune.

Quant aux failles, elles sont peu importantes dans les deux massifs dont nous venons de parler. Dans le premier, on peut en signaler une assez visible près des Catalans, entre le néocomien et l'urgonien, et une autre de peu d'importance qui suit le rivage au sud. Dans le massif de Marseille-Veyre, sur le versant sud, on voit deux cassures en V qui n'ont eu d'autre effet que de modifier légèrement l'inclinaison des couches. Près de la Calanque de Calelongue, dans le col qui conduit à Sormiou, une grande faille se détache de l'anticlinal et suit tout le fond de la vallée.

Carpiagne. — Un autre bombement encore bien plus net que les précédents, c'est celui de Carpiagne et de la Tête-de-Puget (voir la coupe dans

l'*Esquisse géol. des environs de Marseille*, coupe II). Le vallon anticlinal de Vaufrèges est parcouru dans toute sa longueur par une cassure profonde. Au nord de l'axe, les couches sont très inclinées; au sud, elles le sont à peine. Nous avons déjà eu l'occasion de faire cette remarque pour les massifs précédents.

L'urgonien du plateau de la Gardiole se raccorde avec celui de Cassis, ce qui permet d'établir une relation entre le soulèvement de la Sainte-Beaume et celui de Carpiagne.

Failles. — Outre la grande fracture anticlinale, il y a encore dans ce massif bien des failles secondaires telles que celle qui suit, au sud, la route de Cassis par la Gineste et celle qui constitue la limite méridionale du bassin aptien de la Penne. Les petits bassins d'effondrement de Carpiagne et de la Gélade, signalés par MM. Marcel Bertrand et Depéret, sont eux-mêmes circonscrits par des fractures d'affaissement.

Avant de terminer la description du massif de Carpiagne-Saint-Cyr, remarquons que son axe anticlinal est orienté est-ouest.

Sainte-Beaume. — Le massif de la Sainte-Beaume a été étudié d'une façon si complète par M. Marcel Bertrand qu'il semble superflu d'entrer ici dans de nouveaux détails. Quoi qu'il en soit, voici la coupe, grosso-modo:

Anticlinal de Riboux synclinal du plan d'Aups. L'anticlinal s'est couché sur le synclinal. Faille de tassement dans le synclinal, rupture de l'axe de l'anticlinal sur une longueur de plus de 15 kilomètres. — Étirements. L'orientation générale de l'axe est est-ouest. Au sud du Baou-de-Bretagne le pli s'amincit entre deux failles et finit par disparaître dans une faille unique au fond des vallons de Saint-Pons et de Géménos. Cette grande faille se raccorde fort bien avec les axes de dislocation de Carpiagne et de Marseille-Veyre.

A l'ouest du vallon de Saint-Pons, dans le massif de Roussargues, la série régulière reprend avec un simple bombement.

Le massif d'Allauch est encore plus complexe. Sur toute la bordure sud les couches sont renversées et étirées. La limite méridionale du pli est marquée par une grande faille tangente à la courbure des couches.

Vers le nord, la torsion des couches a produit une fracture avec glissement (failles dans les massifs des Têtes-Rouges). Dans le vallon de l'Amandier une faille profonde qui se raccorde avec celle du vallon de Saint-Roch a fait apparaître les argiles du Keuper. Partout ailleurs le massif néocomien est limité par des escarpements à la base desquels sont des failles.

Le chapeau de Garlaban est un lambeau de recouvrement provenant sans doute du pli renversé du sud.

Remarque importante. — Le pli renversé d'Allauch a un aspect très

analogue à celui de la Sainte-Beaume. Son axe est aussi sensiblement est et ouest. Ces deux plis renversés ont donc des connexions étroites.

Pichauris. — Au nord du massif d'Allauch la région comprise entre l'auberge de Pichauris et le village du même nom est formée par une succession de synclinaux et d'anticlinaux renversés dont les axes sont tous est-ouest.

Chaines au n. du bassin de Marseille. — Les chaînons de Notre-Dame-des-Anges, de l'Étoile et de la Nerthe forment un système bien défini

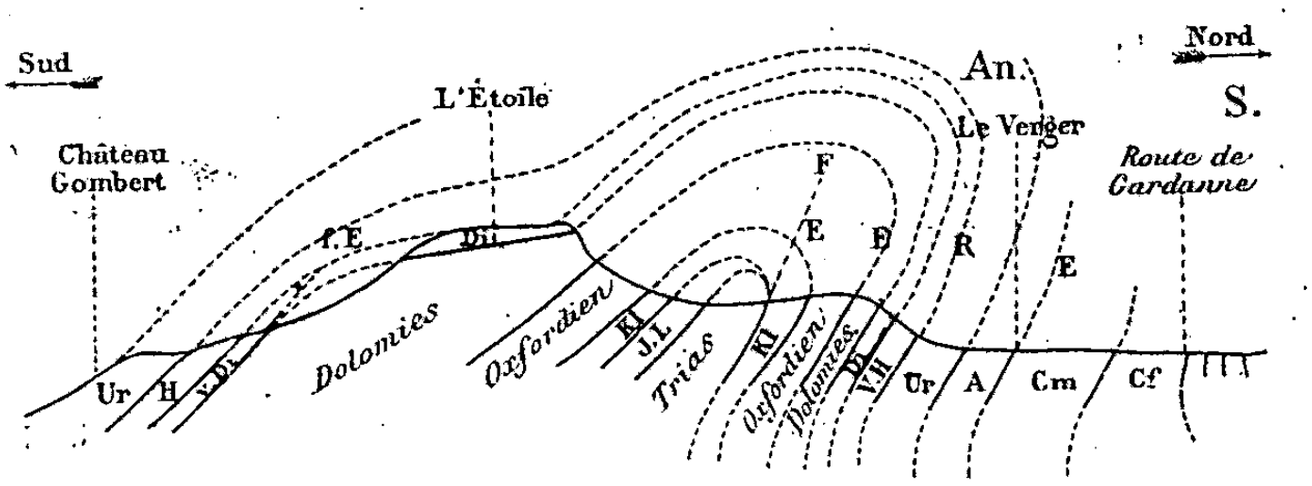


Fig. 2. — Coupe schématique des massifs des environs de Marseille. — Massifs de la partie nord (1).

composé d'un vaste anticlinal renversé au nord sur un synclinal avec fracture à la jonction des deux plis *(fig. 2)*.

A l'ouest, le renversement s'atténue, la fracture s'amoindrit et ils finissent par disparaître l'un et l'autre. C'est au nord de cette chaîne que l'on voit les plus beaux phénomènes d'étirement de nos environs. Des étages entiers sont réduits en certains endroits à quelques mètres à peine.

Au sud la succession est normale certaines zones seulement (néocomien et valanginien) disparaissent dans des failles de glissement.

Tout le rivage entre l'Estaque et le Rouet est constitué par la retombée du pli de la Nerthe et l'on voit en certains endroits des couches qui ont glissé les unes sur les autres comme un jeu de cartes et sont même parfois retombées dans une position verticale (Méjean) ou légèrement renversées (Figuerolles et Figuières).

L'axe des plis de Notre-Dame-des-Anges, de l'Étoile et de la Nerthe est encore franchement est-ouest, et comme toujours le renversement est tourné *vers le nord*. Les fractures importantes sont presque toutes *dans la direction de l'axe et les fractures secondaires dans une direction perpendiculaire*.

Sainte-Victoire. — De l'autre côté du grand bassin crétacé d'eau douce se trouve la chaîne de Sainte-Victoire qui fait face à celle de la Sainte-Beaume et à celle de l'Étoile; son axe est aussi dirigé est-ouest, mais le

(1) La disposition générale de cette coupe se retrouve dans le massif de la Nerthe et dans celui du Pilon-du-Roi et de Notre-Dame-des-Anges.

renversement est *en sens inverse*. Les couches peu inclinées sont vers le nord, les couches renversées tournent leur escarpement vers le sud *(fig. 3)*.

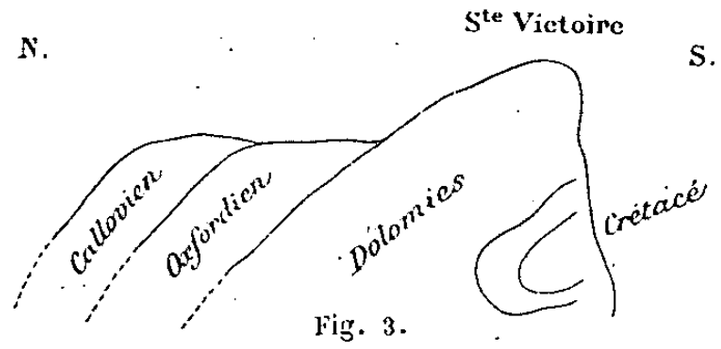


Fig. 3.

De tous ces faits, plusieurs conclusions ressortent nettement et s'imposent aux stratigraphes :

1° Les collines de nos environs (celles qui sont situées au sud du système crétacé de Fuveau) doivent leur origine à une forte poussée du sud.

2° Cette poussée venant du sud a renversé les couches méridionales sur les couches septentrionales et tous les synclinaux couchés de cette région sont tournés vers le nord.

3° Des fractures se sont produites dans les axes anticlinaux, fractures qui ont amené la chute ou le glissement des parties non renversées.

4° Des fractures se sont produites dans les synclinaux et ont amené le tassement des couches.

5° Le grand soulèvement de Sainte-Victoire a résisté à cette poussée et ses couches, mises en mouvement par une action inverse, se sont renversées dans un sens opposé.

6° Le bassin crétacé et tertiaire de Rognac et d'Aix est resté sensiblement horizontal entre ces deux soulèvements. A peine montre-t-il ça et là quelques fractures d'importance secondaire.

7° Les parties retombées souvent bordées par des failles constituent partout des rivages où la côte est assez abrupte. C'est à ces retombées que nous devons en grande partie la physionomie actuelle du littoral.

En terminant, qu'il nous soit permis d'espérer que les belles recherches stratigraphiques entreprises par M. Marcel Bertrand, par MM. Collot, Depéret, Zurcher, etc., etc., puissamment aidées par les magnifiques travaux paléontologiques de MM. Matheron, Cotteau, Saporta et Marion, puissent en s'étendant à d'autres parties de notre région méditerranéenne mettre en lumière des faits nouveaux et des lois plus générales encore que celles que j'ai essayé de vous exposer aujourd'hui.

Enfin, la belle carte topographique au $\frac{1}{20.000^e}$ que M. Vasseur a fait exécuter par M. Rivière, préparateur au laboratoire, va donner encore un essor nouveau aux recherches stratigraphiques, en permettant de reporter sur la carte des indications de détails qu'on ne peut pas figurer sur la carte ordinaire de l'État-Major.

M. Émile RIVIÈRE

à Paris.

DÉCOUVERTE D'OSSEMENTS QUATERNAIRES DANS UNE SABLIÈRE DE DRAVEIL

— Séance du 23 septembre 1891 —

Depuis l'année 1883 jusqu'à la fin de 1888, j'ai suivi avec soin les travaux d'exploitation d'une des grandes sablières de Draveil, la sablière Morillon, m'y rendant aussi souvent qu'il m'était possible, afin de me tenir au courant des découvertes qui y seraient faites.

Cette sablière est située, de même que celle de M. Piketty, sur la rive droite de la Seine, mais bien en amont de cette dernière, entre elle et le pont de Ris. Elle occupe une superficie de plusieurs hectares entre la rivière et le coteau sur lequel on aperçoit la forêt de Sénart.

Depuis maintes années elle est exploitée sur une grande profondeur, soit par la pioche, soit par la drague au-dessous du niveau de la Seine, pour l'extraction du sable, du gravier et du caillou. Mais du jour où j'y pénétrai pour la première fois, en 1883, j'avais recommandé aux ouvriers de mettre de côté tous les ossements, dents, cornes, bois, silex taillés, etc., qu'ils rencontreraient, afin d'en faire une étude analogue à celle que je poursuis depuis une quinzaine d'années sur les sablières des environs de Paris.

Mais jamais aucune pièce n'avait encore été trouvée, à ma connaissance du moins; aussi avais-je renoncé depuis deux ans et demi à me rendre à cette sablière, lorsque, le 23 juin dernier, je fus averti par M. le docteur Jules Fort, médecin de Draveil, de la découverte faite quelques jours auparavant, dans la sablière Morillon, « de deux belles défenses d'éléphant, dont une surtout très remarquable. »

Je m'empressai de me rendre à Draveil, d'abord chez M. J. Fort, puis, avec lui, dans la sablière où je constatai qu'il s'agissait bien de deux défenses d'éléphant. Malheureusement ces deux pièces ramenées par la drague à la surface du sol d'une profondeur de 8 à 9 mètres environ, n'étaient pas entières; elles avaient été brisées par l'instrument qui les avait arrachées au milieu dans lequel elles gisaient. Néanmoins leurs dimensions et la bonne conservation de la partie extraite les rendaient intéressantes à étudier.

Ces deux défenses mesurent: l'une $0^{m},88$, l'autre $0^{m},62$ de longueur dans

leur convexité. Les extrémités antérieure et postérieure de chacune d'elles n'existent plus et, quelles que soient les recherches que les ouvriers aient faites avec la drague aux alentours du point où elles avaient été découvertes, ils n'ont pu en retrouver le moindre fragment. Elles étaient, comme je viens de le dire, en bon état de conservation, avec une tendance, cependant, à s'effriter sous l'influence de l'air. Aussi le propriétaire de la sablière les donnait-il quelques jours plus tard à un musée de province.

J'ajouterai que, depuis quelque temps déjà avant cette découverte, on avait trouvé dans la même couche plusieurs autres ossements d'animaux que M. le docteur Fort, médecin de la plupart des ouvriers de cette sablière, avait pu conserver et qu'il a bien voulu me permettre d'étudier. Ce sont:

1° Des vertèbres et des dents d'Équidé, notamment une dent canine ou crochet provenant d'un animal de taille ordinaire.

2° Des vertèbres cervicales, un astragale et des dents de Bovidé.

Les ouvriers ont aussi recueilli un certain nombre de *Coccinopora globularis*, la plupart percés complètement comme ceux que l'on trouve dans les sablières des environs de Paris.

Quant à des silex, taillés réellement par la main de l'homme, je n'en ai jamais découvert aucun dans la sablière Morillon, M. Fort n'en a jamais vu, non plus, aucun provenant de ce gisement, et contremaîtres et ouvriers m'ont déclaré aussi n'en avoir jamais trouvé le moindre spécimen. Peut-être aussi sont-ils passés inaperçus dans la masse de cailloux extraits chaque jour, car il serait bizarre que les ouvriers de M. Piketty en aient rencontré un assez grand nombre dans ses sablières, tandis qu'on n'en aurait recueilli aucun dans la sablière Morillon, dont les couches ne sont que la prolongation des précédentes et appartiennent au même horizon.

Mais, de même que pendant maintes années jusqu'en 1891, aucun ossement n'avait été signalé dans le milieu quaternaire, d'où sont sortis, en ces derniers temps, les dents et ossements, dont je viens de parler, de même à un moment donné des silex travaillés peuvent être trouvés dans la sablière qui nous occupe ici.

Du reste, à dater de ce jour, M. Fort a bien voulu m'offrir de surveiller les travaux de cette sablière, de recommander aux ouvriers de lui signaler toute découverte d'ossements ou autres qui y serait faite, afin de m'en prévenir immédiatement. De mon côté je me rendrai à Draveil aussi souvent que possible afin d'en faire une étude aussi complète que celles que j'ai faites des sablières de Billancourt, du Perreux, de Neuilly-sur-Marne, etc., et que j'ai publiées en 1882, 1885 et 1887 dans les *Comptes rendus* de l'Association française pour l'avancement des sciences.

Je compte étudier aussi, à mon retour à Paris, les autres sablières de la même région, notamment celles de M. Piketty à qui je demanderai de

me communiquer les pièces appartenant à sa collection et, l'an prochain, au Congrès de Pau, j'espère pouvoir donner lecture à la Section de géologie de ce nouveau travail.

Je n'entrerai pas aujourd'hui dans de grands détails sur le milieu dans lequel les défenses d'éléphant et les ossements et les dents d'Équidé et de Bovidé de la sablière Morillon ont été trouvés, je me bornerai à dire qu'il s'agit d'une couche de gravier et de cailloux mêlés de quelques gros blocs, couche d'une épaisseur moyenne de $5^m,75$ dont 4 mètres environ sous l'eau au moment où je me suis rendu à Draveil, c'est-à-dire le 2 juillet dernier, couche surmontée d'un lit de sable fin de $0^m,30$ environ d'épaisseur, sur lequel on aperçoit une couche de $2^m,30$ en moyenne formée par des lits alternativement déposés de sable fin et de gravier. Enfin au-dessus on voit une couche de terre végétale d'une épaisseur extrêmement variable, de $0^m,60$ hauteur minima — en certains endroits — à plus de 2 mètres en d'autres points, dans laquelle, lors de mes précédentes recherches, de 1883 à 1888, j'avais trouvé un assez grand nombre d'ossements et de dents de ruminants *(Bos, Ovis, Capra)* et de pachydermes *(Sus, Equus)*, tous appartenant à l'époque actuelle.

Des vestiges de l'époque romaine ainsi que des époques suivantes y ont été aussi découverts, notamment des tombeaux renfermant des ossements humains plus ou moins bien conservés, ainsi que des monnaies romaines et autres.

Du reste, je n'insiste pas sur ces trouvailles qui n'auraient aucun intérêt pour la Section de géologie.

J'ajouterai seulement que dans des dragages du lit de la Seine, pratiqués entre Juvisy et Villeneuve-Saint-Georges, on a recueilli diverses pièces intéressantes, notamment deux bois de cerf taillés et percés pour l'emmanchement de haches polies, que M. Fort possède et qu'il a eu l'obligeance de me communiquer. Aussi je tiens vivement à le remercier ici, avant de terminer, de l'empressement qu'il a bien voulu mettre à me signaler les découvertes récentes, dont je viens d'entretenir les membres de la Section de géologie.

M. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse, à Avignon.

INSECTES FOSSILES D'AIX (PROVENCE)
DESCRIPTIONS DE QUELQUES NOUVELLES ESPÈCES (COLLECTION DE M. MATHERON)

— *Séance du 23 septembre 1891* —

Nous n'avons plus à rappeler ici l'intérêt que présente l'étude des insectes fossiles, les nombreux travaux publiés jusqu'à ce jour (1) confirment toute l'importance des documents que nous possédons à leur sujet; il nous suffira donc d'aborder de suite la description des nouvelles espèces de la collection de M. Matheron, de Marseille, sans entrer dans des considérations sur la nécessité qu'il y a à faire connaître la faune entomologique de nos anciens continents.

J'ai cherché dans mon premier Mémoire (Congrès de Paris, 1889), à faire ressortir cette conviction, pour moi, que la durée probable pour la formation des couches que contiennent les impressions d'insectes pouvait être appréciée par la présence de certains d'entre eux, mais surtout par la place respective qu'ils occupent dans la masse de ces dépôts lacustres. Or, je n'ai rien à changer à cette première appréciation, étant de plus en plus convaincu et persuadé qu'il est possible d'établir assez exactement la distinction des saisons ou des années d'où découlera le temps nécessaire à l'accumulation des mêmes feuillets qui constituent leur épaisseur; ce qui ne saurait être obtenu par aucune autre couche géologique où toute appréciation à ce sujet disparaît pour l'obtenir.

Pour les dessins que nous donnons, ils sont la copie fidèle des agrandissements photographiques que nous avons obtenus; de ce fait, les proportions sont rigoureusement observées.

DESCRIPTIONS DES ESPÈCES

HIPPORHINUS MATHERONI *nobis*

État et conditions de fossilisation. — Cette empreinte représente l'insecte couché sur le côté droit, les pattes légèrement repliées, presque étendues. Ainsi renversé, le thorax un peu disjoint, la tête inclinée fortement en dessous, le corps prend une position qui en facilite l'étude *(fig. 1)*.

(1) *Bulletin of the United States Geological survey*, n° 69, 1890. — A classed and annotated Bibliography of fossil insects. By Samuel Hubbard, scudder. Washington Governement printing office.

Sa conservation assez complète indique que cet insecte n'a pas prolongé son séjour à la surface des limons après sa chute, où il s'est empêtré; le thorax seul bâille un peu à sa jonction avec les élytres; l'extrémité de l'abdomen aux derniers anneaux, se sépare aussi des élytres et semble vouloir s'en détacher et sortir de cette gaine, ce qui indiquerait un commencement de désorganisation matérielle; puis une patte du milieu est absente, celle de droite, et une jambe s'est déplacée. La déformation n'est pas accentuée et, malgré l'écrasement, la forme d'ensemble s'est bien conservée.

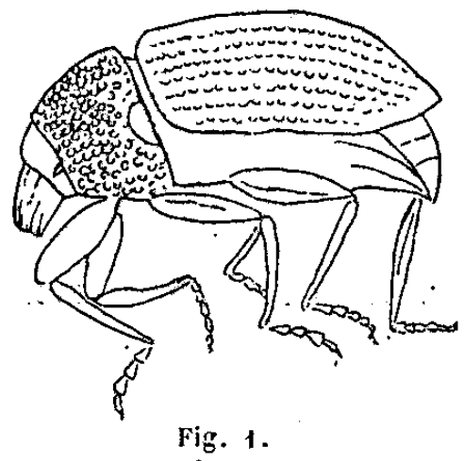


Fig. 1.

Description. — Les jambes sont arquées pour la première paire, avec une carène longitudinale finement relevée; celles de la deuxième paire sont moins recourbées, quelque peu renflées dans le haut en massue; tandis que celles de la dernière paire sont presque droites, épaisses, plus longues, et un peu plus élargies vers le bas.

Les cuisses sont bien bombées régulièrement, ovalaires, allongées, avec une légère dépression médiane peu accentuée. Les tarses sont à leur place, sauf ceux de la dernière paire qui se montrent diffus, implantés probablement dans les feuillets inférieurs où les crochets disparaissent.

Le thorax a la ponctuation sphérique creuse habituelle de ce genre, seulement elle est ici un peu plus forte, très accentuée, mieux serrée, s'atténuant et s'effaçant en dessous vers l'angle antérieur. Elle est toutefois un peu plus fine sur le bord postérieur ainsi que vers le haut sur la médiane.

Les élytres ont de sept à huit côtes bien visibles, à intervalles presque plans; ces nervures ou arêtes sont ornées sur leurs crêtes de granulations bien marquées, assez fortes à la base des élytres, mais diminuant graduellement de grosseur en s'éloignant pour disparaître à leurs extrémités où elles restent vives et nues.

Rapports et différences. — Par sa forme d'ensemble, les ponctuations du thorax, les cuisses mieux renflées, ses jambes plus arquées, l'*Hipporhinus Matheroni* s'éloigne sensiblement de ceux connus jusqu'à ce jour.

Nous avons ici l'empreinte réelle et non la contre-empreinte, qui aurait alors inversement l'ornementation opposée, où les arêtes seraient des sillons, les granulations des ponctuations. Il est rare, d'ailleurs, qu'en délitant ces feuilles on conserve celui qui le recouvrait; cependant il doit porter quelques traces de l'insecte.

Mensuration. — Longueur de cette empreinte : 14 millimètres.

Longueur du rostre	2mm 1/4	Longueur des jambes 2e paire.	3mm 1/4
— de la tête.	1mm 1/4	— — 3e paire.	4mm 1/10
— du thorax.	3mm 1/4	— des tarses	3mm 1/10
— des élytres	9mm 1/10	Hauteur des élytres.	3mm 1/2
— des cuisses postérieures	3mm	Épaisseur du corps	5mm 1/10
— des jambes 1re paire .	3mm 1/5		

Caractères généraux du genre. — Cette belle empreinte nous permet de donner l'ensemble de la description, que nous verrons par la suite se

reproduire en détail sur les autres plaquettes où l'insecte, couché sur le dos ou sur le ventre, est parfois incomplet. Je ne dirai rien de la couleur, ici sans importance, qui est généralement bistre, brun noir, brun Van-Dyck, etc., coloration qui n'est due qu'à la décomposition et ne peut rappeler en rien celle qu'avait l'insecte vivant. On sait que les charançons sont pourvus de brillantes teintes qui donnent à leur corps des tons chauds et magnifiques.

Comme caractères principaux, leur corps est entièrement recouvert d'une toison de poils courts, petits, noirs, implantés dans les téguments, mais dirigés en arrière; toutes les parties en sont garnies plus ou moins abondamment : le rostre, la tête, le thorax, les élytres, les cuisses, les jambes ou pattes et les tarses; sauf peut-être les anneaux de l'abdomen que nous n'avons pu facilement examiner, ces parties se détachant souvent en laissant en dessous des plaques unies.

C'est un duvet général qui les entoure, les enveloppe de toutes parts.

Ce caractère du genre *Hipporhinus* des couches fossiles d'Aix avait été signalé pour les élytres; les descriptions des auteurs qui se sont occupés de ce genre fossile ne l'ont pas relatée pour l'ensemble. Ils disent : *que des poils sur les élytres disposés en série longitudinale;* ailleurs : *que les plis parallèles ont des lignes de poils;* puis que les tarses sont garnis *de villosités;* que la tête de l'un d'eux *semble velue;* enfin que le funicule des antennes *velu;* le bouton ovalaire; le thorax couvert de *villosités;* les *cuisses velues;* jambes couvertes de *poils*. Or, comme toutes ces expressions se rapportent à diverses espèces, on pouvait en déduire qu'elles étaient propres à chacune d'elles, tandis qu'en réalité elle se complétaient les unes par les autres.

Le genre *Hipporhinus* est totalement garni de soies, crins ou poils, de longueurs suffisantes pour les laisser sur leurs empreintes et contre-empreintes.

Il faut, il est vrai, une certaine habitude pour qu'ils s'accusent franchement, et lorsque nous indiquions qu'on pouvait ramener la fraîcheur de ces empreintes comme au moment de leur extraction, nous entendions dire par là que, pour les raviver, il suffisait de les humecter superficiellement; on voyait alors apparaître très distinctement: les ongles, les poils et autres détails de faible apparence, s'effaçant graduellement pour disparaître et devenir même invisibles sur une empreinte sèche.

Pour compléter, le thorax est *criblé de trous enfoncés, ronds*, sphériques, les élytres sont à nervures sur lesquelles des granulations mamelonnées s'observent, alignées.

HIPPORHINUS FERTONII *nobis*

État et conditions de fossilisation. — Impression remarquable de cet insecte couché sur le côté droit, comme le précédent, ayant les pattes presque allongées, repliées sur elles-mêmes légèrement, dans une position différente *(fig. 2)*.

Quelques jambes sont détachées et déplacées, une ou deux sont restées en place, le corps a conservé toutes ses parties à part un bord de l'élytre visible qui s'est détaché et a pu rester sur la contre-empreinte.

Un commencement de décomposition a séparé les pattes, qui elles-mêmes sont en partie brisées, absentes ou cachées par l'insecte lui-même; il a donc séjourné à la surface des dépôts avant d'être recouvert ou bien aurait flotté à la surface des eaux, ce qui aurait pu hâter la séparation des membres absents; puis, poussé par les vagues, aurait échoué sur les bords. Dans tous les cas, il est tombé mort, ou amené par quelques ruisseaux, avant d'être recouvert par les dépôts protecteurs.

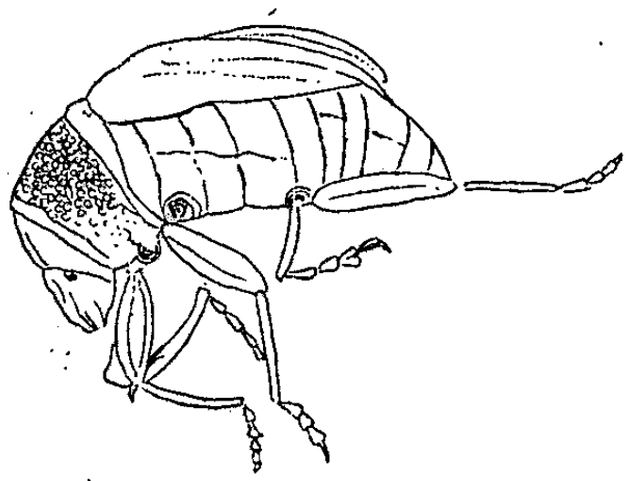


Fig. 2.

Vu ainsi de profil, l'*Hipporhinus Fertonii* se présente dans des conditions favorables pour en permettre la description.

Description. — Rostre ou bec court, trapu, muni de fortes impressions et sillons, carène sur les côtés, ainsi vu sur son épaisseur; front arrondi, ondulé, paraissant glabre, insertions des antennes difficiles à préciser; celles-ci disparues ou couchées dans les plis du rostre. Tête un peu enfoncée dans le thorax.

Thorax à surface bosselée, ne résultant pas de l'écrasement de l'insecte, mais bien de sa conformation primitive, présentant une protubérance de chaque côté; recouvert de points sphériques enfoncés comme un dé à coudre très irrégulièrement distribués, séparés par des bourrelets labyrinthiformes lui donnant un aspect rugueux, chagriné.

Élytres solides, très convexes, ne conservant nulle trace des côtes qu'elles devaient porter ni des granulations qui les décoraient.

Mésothorax et métathorax paraissant unis. Plaques ventrales bien accusées formant l'abdomen retenu sous les élytres un peu fracturées, et non déhiscent.

Pattes longues; cuisses comprimées, mais bien renflées en plan, finement pointillées avec crête longitudinale extérieure et une dépression sur la face intérieure; jambes grêles, amincies, incurvées régulièrement, portant une faible nervure et munies de fines épines ou poils résistants qui recouvrent les pattes entièrement.

Tarses velus, le premier article allongé, le deuxième un peu plus court, le troisième élargi, mais se divisant en deux ailettes très inégales entre lesquelles s'insère le dernier article muni de l'ongle double fortement recourbé dont les fines pointes sont évasées faiblement, écartées médiocrement.

Rapports et différences. — Se distingue suffisamment des *Hipporhinus* décrits par la sculpture du thorax, l'ensemble de sa forme dont le profil se sépare nettement de l'*Hipporhinus Matheroni* qui affecte d'être ovalaire, allongé, tandis qu'il est tout à fait différent par la courbure régulière et très prononcée des élytres à leurs extrémités : il suffit de comparer les deux dessins.

Mensuration. — Longueur totale : 12 millimètres.

Longueur du rostre.	2^{mm}	Longueur des tarses	1^{mm} 3/4
— de la tête.	2^{mm}	— — médians .	2^{mm} 1/2
— du thorax(ou corselet).	3^{mm}1/20	— totale de la jambe postérieure.	10^{mm}1/10
— des élytres	8^{mm} 2/3	Épaisseur du bec.	1^{mm} 3/4
— des cuisses antérieures.	3^{mm}1/20	— du corselet.	3^{mm} 3/4
— de la cuisse médiane.	3^{mm} 1/2	— du corps à la partie renflée des élytres.	5^{mm} 1/4
— de la jambe.	2^{mm}1/10		
— — médiane.	2^{mm} 1/2		

Toutes ces dimensions ne permettront jamais de le fixer, la taille des *Hipporhinus* actuels étant est des plus variables : elles ne peuvent donc être consultées que proportionnellement entre eux; l'on verra alors qu'avec des longueurs de 12 ou 14 millimètres, les autres parties similaires du corps ne sont plus dans le même rapport.

Comparaison et rapprochement. — Par la disposition des tarses, le troisième article se rapproche beaucoup de ceux de *Cleonus*, qui ont de même les deux extrémités de l'ongle bifide très rapprochées, se touchant presque; tandis qu'elles sont très évasées chez les *Brachycerus*. Pour les *Hipporhinus*, cet ongle semble unique.

Les genres *Holonychus* et *Lithinus* (1), insectes de Madagascar, ont les tarses ainsi disposés; comme eux l'*Hipporhinus Fertonii* devait avoir la face plantaire duveteuse.

HIPPORHINUS SIMILIS *nobis*

État et conditions de fossilisation. — Impression fort remarquable de cet insecte couché sur le ventre, un peu oblique à gauche, les pattes étendues, le rostre incliné à droite, l'antenne de ce côté allongée mais diffuse à son extrémité; les élytres disjointes un peu entre elles, et celle de gauche écrasée, aplatie, par la pression des terrains. La cassure enlève le tarse, première paire, à droite *(fig. 3)*.

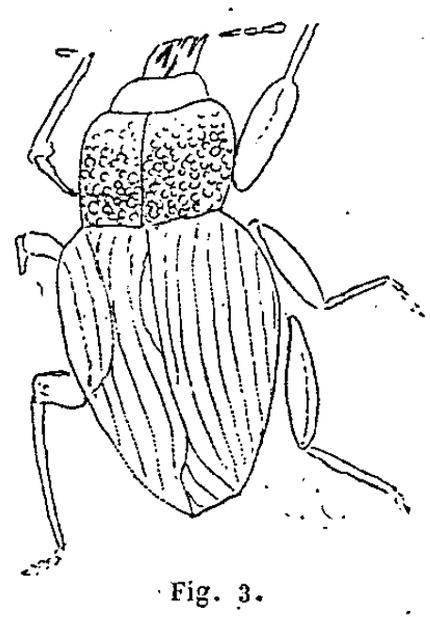


Fig. 3.

Ainsi placé, il présente des caractères particuliers que les autres ne pouvaient offrir et sa conservation presque parfaite indique qu'il n'a pas fait un long séjour sur les bords des eaux; son attitude le montre en marche ou pataugeant dans les limons qui l'étouffent, pour être recouvert bientôt de nouvelles vases apportées par les inondations locales, des crues des rivières ou torrents qui alimentaient ces lacs après les orages.

Nous ne pensons pas non plus qu'il ait flotté à la surface, abattu par quelques coups de vent; tombant dans ces conditions en s'agitant, ses débats l'eussent fait dévorer en attirant les poissons nombreux qui peuplaient ces lacs tertiaires.

Échappant ainsi aux causes nombreuses de destruction qui n'eussent pas

(1) *Holonychus saxonus; æruginosus; Lithinus superciliosus* et un *Stenocera.*

manqué de l'atteindre, s'il fût resté exposé soit sur terre, soit sur les eaux trop longtemps; il a pu conserver intactes toutes les parties de son corps sans être décomposé.

Description. — Forme générale elliptique, allongée.

Rostre sillonné longitudinalement, large, épais; articles des antennes velus en massue peu accusée insérés à son extrémité; tête large, front arrondi, uni, séparé du bec par une impression transversale; thorax rétréci à l'avant, plus large que long, côtés arrondis, sinueux en haut vers la tête, en parenthèse aux élytres, recouvert entièrement de points ronds enfoncés, irrégulièrement distribués (pareils à ceux de l'*Hipporhinus Matheroni)* et très serrés, comme granuleux, rugueux. Quoique déprimé par la compression, on observe des bosses et dépressions de chaque côté de la carène médiane sinueuse qui le caractérise; mais n'a pas, sur les côtés, cette protubérance assez saillante des *H. Fertonii*, ce qui établit une différence entre eux.

Écusson peu apparent, mais suffisamment accusé et reconnaissable.

Elytres ovalaires granuleuses à petits grains, plus larges à leur insertion avec le thorax, qu'elles débordent; épaules arrondies, bords extérieurs à courbure continue; surface du dessus ornée de 8 à 9 côtes ou crêtes élevées, portant de petites protubérances également distancées sur une partie, arrondies, mamelonnées; intervalles divisés par des soupçons de granulations, concaves faiblement, ce qui les rapproche plutôt de cannelures dont la rencontre forme ces arêtes.

Ces éminences ou mamelons, disposées sur ces nervures, se trouvent très apparentes sur le tiers, s'atténuent sur un autre tiers et finissent graduellement par se fondre en granulations serrées pour disparaître à l'extrémité des élytres sur le restant de leur longueur.

Des poils noirs et couchés vers le bas forment un duvet assez clairsemé sur les intervalles et garnissent non moins serrées les pattes, cuisses.

Quelques tarses ont dû pénétrer dans les feuillets inférieurs, où ils se sont implantés; la plupart des autres s'étalent, mal définis.

Cuisses bien renflées, déprimées, portant une élévation médiane que nous retrouvons sur les *Hipporhinus Matheroni* et *H. Fertonii.*

Jambes relativement courtes, presque droites et arquées à la troisième paire.

Mensuration. — Longueur totale : 13 millimètres 1/2.

Longueur tête cachée et rostre .	2mm 1/4	Largeur du rostre	1mm 1/3
— thorax au corselet. . .	3mm	— de la tête	2mm 1/2
— des élytres.	8mm 1/2	— du thorax	8mm 2/3
— des cuisses.	3mm	— des élytres réunies près l'épaule .	6mm

Rapports et différences. — La forme et la carène médiane du thorax, plus l'absence des protubérances que nous avons mentionnées sur les côtés, le distinguent largement du *H. Fertonii* et *H. Matheroni*, avec lesquels il ne peut avoir aucun rapport; de même il s'éloigne des *Hipporhinus Saportanus*, *H. Heerii*, *H. Reynesi* par le corselet, les cuisses et l'ensemble du corps; l'*Hipp. Schaumii* de Heer, dont le front est sillonné longitudinalement, nous semble s'écarter considérablement de ce genre pour ne pas lui appartenir.

HIPPORHINUS INTERMEDIUS *nobis*

État et conditions de fossilisation. — Très belle empreinte donnant l'insecte couché tout à fait sur le ventre; le dos se montre absolument intact, sauf à l'épaule de l'élytre droite un peu détériorée; on a ainsi la forme complète de cet *Hipporhinus intermedius (fig. 4)*.

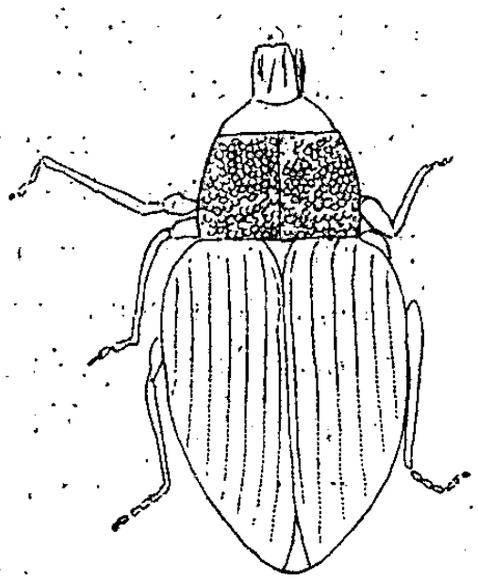


Fig. 4.

Saisi rapidement par les dépôts feuilletés, il s'est trouvé pris dans les vases molles aussitôt après sa chute; il a ramené ses pattes dans leurs positions habituelles; nous voyons que le côté droit, précisément celui où l'épaule est déformée, a dû subir une mutilation partielle de faible importance; une patte, la deuxième paire, si elle n'est pas en dessous, est peut-être détachée.

Préservé de toutes détériorations importantes, son séjour, aussitôt tombé, a été de courte durée, mais certainement il n'a pas été transporté sur les eaux, il eût disparu avalé par leurs habitants, Perches (1) et autres. En résumé, c'est une des empreintes les mieux conservées que nous connaissions, car il est aussi complet que possible.

Description. — De forme ovalaire raccourcie; rostre ou bec large et relativement long, muni de sillons longitudinaux; front uni avec une dépression transversale, relevé sur le bord, près le bec, par des espèces de tubercules en bourrelets dont un sur l'axe même, assez proéminent, et deux autres, un de chaque côté, moins saillants. Tête plus large que longue. Thorax ou corselet rectangulaire un peu cordiforme, plus large que long, les angles très aigus, à côtés latéraux, droite et gauche, sinueux, arrondis. Surface criblée de fossettes creuses, rondes, irrégulièrement disposées, comme pour les autres, mais paraissant moins rapprochées, plus grossièrement exécutées; suture supérieure en haut, du côté de la tête, infléchie symétriquement, suture inférieure en bas, du côté des élytres, presque droite, un peu en parenthèse comme le corselet de certains *Asida*. Carène médiane du corselet peu visible, n'ayant pas l'importance du *H. similis* où elle est bien accentuée. Élytres dépassant le thorax, ovalaires et bâillantes à leurs extrémités, presque parallèles sur une faible partie. Épaules bien arrondies, portant à leur surface les lignes élevées également distancées, séparées par des intervalles presque plans, ornés de poils en séries régulières.

Bien que peu visibles, les granulations arrondies en dôme se retrouvent sur les côtés des élytres.

Tarses remarquables par leur netteté en les humectant.

Poils et duvet de partout.

Les antennes semblent repliées dans la gaine du rostre.

Écusson assez grand, bien visible, un peu élargi.

Rapports et rapprochements. — L'*Hipporhinus intermedius*, par sa faible carène, à peine marquée, placée sur la médiane du thorax, se sépare du précédent qui la possède très accentuée; en outre, l'impression transversale du front, comme une dépression, et les tuberculosités qui se montrent

(1) *Perca Beaumonti* Agassiz, très communes dans ces couches.

à son insertion avec le rostre sont deux caractères suffisants qui les éloignent; enfin, la forme d'ensemble du corps, en comparant les deux dessins, si on les superposait malgré la légère différence qui existe dans leur pose, convaincrait de leur dissemblance.

La figure 3 de la planche n° 4 d'Oustalet, *Hipporhinus Heerii*, se rapprocherait par l'ensemble général, mais les angles du thorax sont mousses et le front porte comme un bourrelet sur son axe; puis les ponctuations creusées en sphères du corselet sont trop accentuées et ne ressemblent nullement à l'ornementation fine, serrée du nôtre. La figure 4, même planche, s'éloigne encore plus et doit appartenir à un autre. Enfin, les yeux ronds sur lesquels nous reviendrons bientôt, ne rentrent pas dans le groupe des *Hipporhinus*, qui, dans les caractères qui nous sont donnés (page 212, Oustalet, 2e partie) sont ovales, déprimés.

Mensuration. — Longueur totale : 13 millimètres 1/4.

Longueur du bec et de la tête. .	2^{mm} 1/2	Largeur du bec et de la tête . .	1^{mm} 1/2
— du thorax	3^{mm} 1/4	— du thorax	4^{mm} 1/4
— des élytres.	7^{mm} 1/2	— des élytres réunies. . .	6^{mm} 1/2

HIPPORHINUS MARIONI *nobis*

État et conditions de fossilisation. — Cette empreinte, une des plus grandes, donne l'insecte couché sur le ventre, mais incliné à droite quelque peu; c'est l'inverse de l'*Hipporhinus similis* qui l'était à gauche; le rostre plus dévié dans le même sens entraîne la tête qui s'enfonce de ce côté dans le thorax presque entièrement; les pattes, à l'exception d'une seule (troisième de gauche) dont les tarses sont absents, sont peu repliées sur elles-mêmes et cachées par l'insecte; une cassure de la plaquette vient s'ajouter qui enlève l'extrémité de l'élytre droite. Il semblerait donc que ce coléoptère était en décomposition lorsqu'il a été saisi par les dépôts. Suite d'un séjour prolongé à leur surface; les élytres sont un peu déformées, celle de gauche est défoncée vers l'épaule, le thorax se trouve légèrement déprimé du même côté *(fig. 5)*.

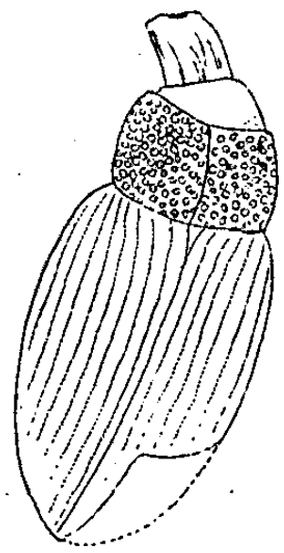


Fig. 5.

La dureté de la carapace des insectes actuels de ce groupe s'est trouvée, pour ces fossiles, ramollie par la putréfaction et a dû céder à la pression générale.

A part cela, le corps est bien conservé.

Corps ovalaire allongé.

Description. — Rostre ou bec très large, rugueux, muni sur l'axe d'une carène et d'un sillon de chaque côté. Front ridé finement plus large que le rostre, et bombé; thorax plus large que long, trapézoïde, les côtés à courbure uniforme, angles aigus; un sillon creusé médian, surface recouverte de tubercules ou protubérances mamelonnées, arrondies, très rapprochées, mais irrégulièrement distribuées.

Écusson triangulaire peu visible; élytres solides portant des stries fines, six environ, sur lesquelles s'observent des petits creux arrondis, laissant entre

elles des intervalles renflés. Pattes cachées pour la plupart ou détachées. Tarse absent sur la patte unique qui se voit, il a pu être enlevé par une fine parcelle de l'enveloppe terreuse au sortir de la carrière.

Mensuration. — Longueur totale : 15 millimètres.

Longueur du rostre et de la tête	2mm 3/10	Largeur du rostre et de la tête.	1mm 9/10
— du thorax.	3mm 6/10	— du thorax aux épaules.	4mm 1/10
— des élytres	9mm 2/10	— des élytres réunies . .	4mm 1/2
		— 1/3 plus bas	7mm

Comparaisons, rapports. — L'*Hipporhinus Marioni* ne peut être confondu avec aucun de ceux décrits. Sa forme générale, sa vue d'ensemble, les contours de son thorax, celui des élytres à courbure régulière, la largeur du rostre constituent autant de différences qui l'éloignent des précédents; mais, en outre, son thorax est granuleux, une ligne enfoncée médiane existe, et les élytres ont aussi des sillons parallèles dans le sens de la longueur que nous rencontrons pour la première fois; les intervalles sont enfin convexes au lieu d'être concaves, comme dans le *H. Fertonii*.

On peut dire que cet *Hipporhinus* est l'inverse des autres quant à l'ornementation.

Si nous cherchons dans la faune actuelle, les *Bothynoderes* ont une sculpture semblable pour le thorax et les élytres; le *Stephanocleonus albidus*, a, au contraire, le thorax criblé de trous arrondis, mais les élytres sont ouvragées comme celles de l'*Hipporhinus Marioni*, c'est-à-dire avec des lignes de points enfoncées; le *Pachycerus mixtus* a le thorax granulé, les stries des élytres pointillées.

HIPPORHINUS REGULARIS *nobis.*

État et conditions de fossilisation. — Très belle empreinte de cet insecte couché à plat ventre et vu en dessus comme les précédents, légèrement écrasé, non détérioré; les élytres bâillantes à leurs extrémités par suite de la pression qu'elles ont subies; trois pattes repliées dont les deux premières à gauche se dirigent en avant, la première à droite, le long du corselet et la tête qu'elle atteint. La tête s'enfonce dans le thorax et ne montre qu'une partie du front, le bec est redressé fortement sur le même plan, au lieu d'être recourbé, incliné en avant, position qui le met en évidence chez les charançons; le rostre, dévié un peu à gauche *(fig. 6)*.

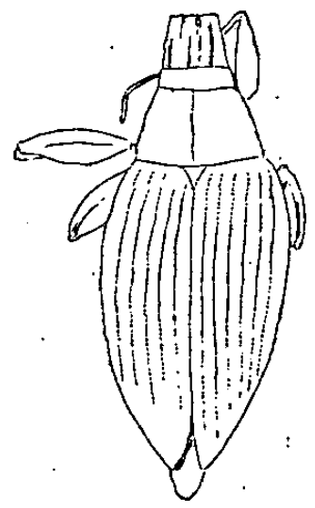


Fig. 6.

La conservation laisse peu à désirer, en supposant les pattes invisibles cachées sous ce coléoptère; si elles se sont détachées, et dans ce cas la putréfaction aurait déterminé leur ablation, l'insecte a séjourné à la surface avant d'être enseveli complètement par les dépôts. Le thorax est défoncé par la compression; les derniers anneaux de l'abdomen débordent en arrière de l'extrémité des élytres et peuvent indiquer le sexe ♀, et celles-ci, les élytres, sont déformées à l'épaule.

Forme oblongue ovalaire.

Description. — Rostre épais, rugueux, ondulé, sillonné dans sa longueur par des élévations en bourrelets; tête cachée en grande partie; front un peu découvert, faiblement plus large que le rostre; thorax un peu trapézoïde, portant un soupçon de rainure médiane, ayant les angles arrondis en haut, aigus en bas, côté droit, vers la tête, un peu en parenthèse vers les élytres, où un léger bourrelet forme comme une bordure. Surface parsemée de granulations peu apparentes, moins accusées et plus rares que celles qu'on observe sur le thorax de l'*Hip. Marioni*, plus saillantes autour qu'au milieu. Élytres allongées, arrondies aux épaules, ne dépassant que médiocrement le thorax, portant sept à huit rangées de lignes composées de points enfoncés très rapprochés équidistants, laissant des intervalles faiblement convexes.

Écusson triangulaire peu apparent, plus long dans le sens des élytres que large.

Les cuisses semblent renflées, les jambes paraissent grêles.

Les derniers anneaux de l'abdomen qui débordent des élytres peuvent indiquer une dilation des plaques copulatrices.

Mensuration. — Longueur totale : 14 millimètres 1/10.

Longueur des élytres.	9mm 1/2	Largeur aux épaules	4mm 1/10
		— à la demi-longueur. .	5mm 1/2
— du thorax	2mm 1/2	— du thorax	3mm 1/2
— du rostre	2mm 1/4	— du rostre.	1mm 3/4

Rapports, différences et rapprochements. — La forme ovalaire allongée, sa taille, la régularité des contours, son thorax raccourci, presque aussi large que les élytres; le rostre bosselé, l'ornementation du thorax et des élytres, cette impression d'insecte ne peut appartenir qu'aux *Hipporhinus*. Toutefois, certains autres genres le rapprochent beaucoup, sans cependant convenir complètement comme ressemblance, à l'*Hipporhinus regularis*.

Les granulations du corselet ou thorax, les points enfoncés en lignes droites continues des élytres, le placent à côté du précédent, *Hipporhinus Marioni*.

Conclusions sur ce genre. — Si nous résumons nos connaissances sur le genre *Hipporhinus* des couches fossiles d'Aix, nous observons qu'une grande diversité de formes affecte ce groupe dans ses variations nombreuses. On ne peut être surpris à cet égard, si l'on considère les conditions de saison qui voyaient, dans une année, apparaître et s'éteindre pour le même genre, successivement, comme de nos jours telle ou telle espèce; il est probable que si l'on pouvait dans son ensemble étudier le même feuillet, au même niveau, il y aurait plus d'uniformité et non pas cette multiplicité que nous signalons; les empreintes que nous avons sous les yeux appartenant à diverses époques de l'année dans l'épaisseur des dépôts, elles indiquent donc des saisons diverses suivant le feuillet qui les contient : de là l'infinité d'espèces pour une même famille.

La taille varie beaucoup chez les *Hipporhinus* actuels, la forme seule ne subit aucun changement, elle reste stable proportionnellement; les différences que nous constatons n'ont aucun rapport avec elle et conservent

toute leur valeur puisqu'elles font ressortir d'autres caractères de structure, d'ornementation et d'ensemble.

GENRE DESMIDOPHORUS

DESMIDOPHORUS PUNCTULATUS *nobis*.

État et conditions de fossilisation. — Cette très belle impression d'insecte nous le donne couché sur le côté gauche, les pattes repliées sous le ventre dans une position normale, celle que prennent généralement les charançons lorsqu'ils simulent la mort, au moindre contact, à l'approche du danger *(fig. 7)*.

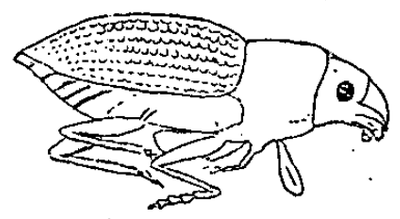


Fig. 7.

Presque aucune trace d'altération ne s'observe, ou de bien légères l'ont affecté avant d'être enfoncé dans les dépôts qui l'ont rapidement recouvert, le globe de l'œil montre encore les nombreuses facettes de cet organe si multiples chez les insectes.

Les téguments ont disparu, et il n'a pas entièrement cette couleur noire, mais probablement ils sont restés adhérents sur la contre-empreinte que nous n'avons pas, il n'y a que la surface oculaire qui a conservé son réseau; néanmoins, tous les détails de sa structure sont bien accusés et admirablement conservés, les élytres surtout.

Il n'a donc pas séjourné longtemps à la surface des boues de ce lac.

Forme d'ensemble ovalaire allongée, étroite, régulière.

Description. — Rostre ou bec assez court, épais, non caréné, robuste, les antennes paraissant repliées dans leurs gaines, la massue diffuse, les pièces de la bouche entr'ouvertes; front arrondi; yeux ronds, non resserrés (1).

Thorax très rugueux, chagriné, presque aussi long que large, paraissant porter quelques dépressions longitudinales courtes, peu visibles.

Élytres entièrement rugueuses ornées de 7 à 8 lignes formées de gros points enfoncés et bien marqués, également distants ou espacés régulièrement, paraissant donner naissance à des poils implantés dans chacun d'eux; intervalles plans de la même largeur que la distance qui sépare les points entre eux; épaules bien arrondies; bord inférieur sinueux; extrémité assez pointue.

Abdomen rugueux caché en partie par les élytres.

Cuisses renflées légèrement, jambes grêles assez longues, tarses moins longs que les jambes, ongles libres écartés.

Mensuration. — Longueur totale : 11 millimètres.

Longueur de la tête et du bec. .	2^{mm}	Hauteur des élytres	2^{mm} 1/4
— du thorax.	2^{mm} 1/2	Épaisseur du corps aux élytres .	3^{mm} 1/5
Hauteur du thorax.	2^{mm} 1/4	Longueur des jambes postérieures	2^{mm} 1/3
Longueur des élytres.	6^{mm} 1/2	— du tarse (mêmes jambes) .	1^{mm} 3/4

Rapports, comparaisons. — Par son œil arrondi, dégagé, saillant, ce genre offre un caractère important au point de vue de la classification : il s'éloigne considérablement des *Cleonides* parmi lesquels on pensait pouvoir le maintenir, ceux-ci ayant les yeux allongés, déformés pour

(1) Nous insistons sur la forme de ces yeux *indépendants*, c'est-à-dire non rétrécis par le thorax ou le rostre, ou déprimés entre eux. L'œil est ici, libre, rond, sans être déformé.

ainsi dire par la pression que semble exercer sur eux, à la fois le thorax et le rostre, entre lesquels il sont placés.

Dans nos régions, les *Polydrosus* les ont ronds, globuleux, mais plus rapprochés de l'extrémité du bec que du thorax; toutefois, l'analogie est plus frappante avec le genre *Desmidophorus* et *Hypomeces* de Madagascar. Le *Chrysolapus. spectabilis* d'Australie offre bien des rapprochements, néanmoins l'ornementation générale nous en éloigne.

Il convient dès lors de faire rentrer dans ce groupe quelques-unes des espèces de la famille des *Cleonides* déjà décrites, où la conformation de l'œil présente ce caractère indiscutable, d'après les dessins d'Oustalet (1). C'est ains que nous aurons alors, au lieu de *Cleonus*, les

Desmidophorus Marcelli,
— *Asperulus*,
— *sex sulcatus*,
— *inflexus*.

Le *Cleonus pygmæus*, à cause de sa taille, reste douteux même parmi ce genre.

DESMIDOPHORUS TUBERCULATUS *nobis*.

État et conditions de fossilisation. — Cette impression d'insecte est couchée du côté gauche, ayant les pattes aussi repliées en dessous; le corps, parfaitement conservé et non déformé, permet une description complète *(fig. 8)*.

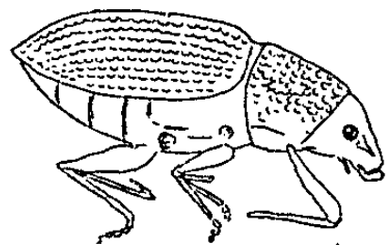


Fig. 8.

Les pattes seules sont en partie détachées, un commencement de décomposition les ayant fait tomber là où l'insecte s'est échoué ; cette disposition des membres permet de supposer que cet insecte est resté juste le temps nécessaire pour détruire les tissus articulaires ou attaches des membres ainsi séparés du tronc.

Les téguments ont disparu ne laissant que quelques traces fugaces au sommet des ailes vers l'abdomen; l'œil est aussi bien distinct, montrant ses multiples facettes, ayant conservé cette membrane externe du globe des yeux.

Forme générale ovalaire allongée.

Description. — Rostre épais, solide, front arrondi; œil circulaire, isolé, non comprimé.

Thorax rugueux, chagriné fortement, presque aussi long que large; surface criblée irrégulièrement d'une ornementation en labyrinthe, dont le dessin rappelle la sculpture d'une coque de noix ou d'un noyau de pêche.

Elytres ornées de neuf à dix rangées de tubercules arrondis, assez rapprochés les uns des autres, dont les lignes se réunissent à leurs extrémités par côtés opposés.

Pattes insuffisamment conservées dans les détails pour êtres décrites avec

(1) Bibliothèque des Hautes Études, 1re et 2e parties. *Recherches sur les insectes fossiles des terrains tertiaires de la France*. (Voir figures 13, 14, 16, 20 de la planche III ; fig. 9 de la planche IV ; fig. 5 de la planche V.)

précision; les cuisses renflées; jambes grêles, tarses diffus, deux seulement se montrent effacés en partie aux ongles.

Rapprochements et différences. — Ne peut être comparé au précédent que par ses formes d'ensemble. En outre, la granulation de son thorax le rapproche des *Hipporhinus Marioni*, *Similis intermedius*, mais s'éloigne considérablement des *Hipporhinus Reynesi*, *Heeri*, *Saportanus* qui ont cette partie du corps bien différente. Il se distingue du *Desmidophorus punctulatus* par la forme du bec un peu plus long, son thorax plus relevé et surtout l'ornementation des élytres qui sont recouvertes de petites éminences comme mamelonnées au lieu de la ponctuation du précédent.

Dimensions. — Longueur totale : 10mm 3/4; Hauteur : 3mm 1/4.

Longueur de la tête et du bec .	2mm 1/2	Longueur des élytres.	6mm
— du thorax	2mm 3/4	Largeur des élytres	2mm
Largeur du thorax.	2mm 1/2		

DESMIDOPHORUS THAISI *nobis*.

État et conditions de fossilisation. — Très belle impression d'insecte reposant sur le côté droit, les deux premières paires de pattes repliées sur elles-mêmes, les deux autres étendues, les tarses renversés; l'abdomen est débarrassé et montre ses anneaux, les derniers même ressortent des élytres et s'avancent au dehors se dilatant comme pour l'accouplement *(fig. 9)*.

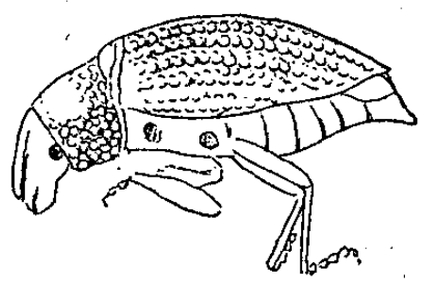


Fig. 9.

Les téguments existent sur la plus grande partie du corps, les élytres sont recouvertes en partie ainsi que l'abdomen; seul le thorax est un peu dépouillé ainsi que le bec, tandis que l'œil a conservé son réseau de facettes et sa structure; les pattes aussi revêtues, deux tarses sont bien visibles et portent l'ongle bifide.

Malgré cela, les premières pattes sont détachées par un commencement de putréfaction et celles qui s'aperçoivent peuvent être celles du côté droit où elles se voient encore fixées à leur place.

Cet insecte n'a pas fait un long séjour à la surface, malgré les légères dégradations que nous constatons sur cette empreinte; surpris par les alluvions, il s'est enlisé rapidement au milieu d'eux.

Forme générale ovalaire un peu renflée.

Description. — Rostre ou bec épais, court, carène robuste; front paraissant uni; thorax granuleux, à grains plus forts et moins serrés que dans le précédent; presque aussi long que large.

Élytres portant neuf rangées de tubercules assez forts, proéminents, se réunissant à l'extrémité par séries opposées, celle du milieu isolée; intervalles plans quoique légèrement creuses vers les épaules, téguments recouvrant une portion des élytres portant les mêmes mamelons correspondant à ceux du dessous, mais écrêtés, ce qui fait croire à des petits cratères simulant des pointes émoussées ou enfoncées.

Près des épaules se montre une rangée intermédiaire ne laissant aucune

trace en dessous des téguments, l'épiderme seul les accusant sur une faible longueur. Cette curieuse disposition est tout à fait superficielle.

Abdomen découvert, accusant les anneaux très distinctement, les derniers déboîtés et projetés en arrière se dégageant des élytres.

Cuisses assez renflées, jambes grêles. Tarses relevés, ongles bien visibles. Les pattes paraissent un peu longues.

Dimensions. — Longueur totale : 11 millimètres; épaisseur : 3^{mm} 3/4.

Longueur du rostre	1^{mm} 1/4	Hauteur des élytres	2^{mm} 1/2
— du thorax	2^{mm} 1/2	Longueur des jambes antérieures	2^{mm} 3/4
Hauteur du thorax.	2^{mm} 3/4	— des cuisses	3^{mm}
Longueur des élytres.	7^{mm} 1/2	— de l'abdomen.	8^{mm} 1/4

Rapports et comparaisons. — La forme un peu convexe de son corps; la carène du rostre; la position des yeux; la longueur des pattes; les cuisses antérieures un peu grêles; la sculpture plus grossière du thorax et la disposition des tubercules des élytres plus serrée; enfin la présence superposée d'une double rangée sont autant de caractères qui le définissent et le séparent facilement du précédent. Les anneaux de l'abdomen ou plaques ventrales semblent dépourvus d'un duvet quelconque, mais il est probable que quelques poils devaient les garnir légèrement, cette surface paraissant râpeuse.

Si d'autres échantillons nous étaient confiés, ayant surtout l'épaisseur du rostre aussi considérable, il y aurait lieu peut-être de le détacher dans un autre genre.

Dans cette première partie, nous ne donnons qu'une partie des charançons que nous connaissons et dont nous avons les photographies. Mais il reste en outre de nombreux Hémiptères, quelques Hyménoptères et Diptères, enfin d'autres Coléoptères parmi lesquels deux Staphylins remarquables et tout à fait inconnus.

En appelant quelques-unes des ces empreintes :

Hipporhinus Matheroni,
— *Fertonii,*
— *Marioni,*
Desmidophorus Thaisi,

nous avons voulu, par ce témoignage de gratitude, rappeler le nom des personnes qui ont bien voulu nous faciliter ce premier travail, nous aider de leurs communications, et surtout M. Matheron, en mettant obligeamment à notre entière disposition tous les matériaux nécessaires; mais nous tenions aussi à conserver le souvenir de leurs relations amicales qui sont pour nous un gage des plus précieux de leur sympathie.

Je prie donc MM. Matheron, Ferton, Marion et Beauregard d'agréer ici l'expression de ma plus vive reconnaissance.

M. Alfred CARAVEN-CACHIN

Lauréat de l'Institut, à Salvagnac (Tarn).

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES MINES ET LES MINEURS GAULOIS, DANS LE TARN

— Séance du 24 septembre 1891 —

Les historiens grecs et latins nous enseignent qu'avant l'arrivée des Romains dans la Gaule, nos anciens pères se livraient à l'exploitation des métaux. Malheureusement les ouvrages qu'ils nous ont laissés renferment peu de renseignements sur l'importance et l'étendue des exploitations des mines gauloises. Aussi, pour combler cette lacune de la *Géographie des Gaules*, nous devons interroger le sol, ce vaste chartier du monde, qui répond toujours à celui qui sait le faire parler.

César (1), Diodore (2), Strabon (3), Ptolémée (4), Ausone (5), Pline (6) et Sidoine Apollinaire (7), placent la région qui forme aujourd'hui le département du Tarn dans la *Gallia Celtica* et dans la *Provencia Narbonensis*, puis dans l'*Aquitania I*ª. Ces historiens affirment encore que le peuple qui foulait notre sol, avant le premier siècle de notre ère, appartenait à la puissante confédération des *Ruteni* qui occupait l'espace compris entre les *Montes Cevennici* (Cévennes), le *Tarnis* (Tarn) et l'*Oltis* (Lot). En un mot, ces tribus campaient sur tout le pays qui forme les départements de l'Aveyron et du Tarn.

Diodore (8), Strabon (9), Ausone (10) et Sidoine (11) nous apprennent, en outre, que les *Ruteni* étaient riches à cause des nombreuses mines qui se trouvaient disséminées dans les alluvions des fleuves qui arrosaient leurs plaines ou qui se cachaient dans le flanc de leur haute montagne.

Il nous a paru intéressant de vérifier les assertions de ces savants auteurs avant de les taxer d'exagération ou même de fable, comme l'ont

(1) César distingue les *Ruteni* proprement dits, la *Civitas Rutenorum*, des *Ruteni provinciales*. Bell. G. VII, 7; I, 45 ; VII, 5, 64, 75.
(2) DIODORE DE SICILE, IV, II, 2.
(3) Strabon place les *Ruteni* sur la limite de la Narbonnaise, IV, II, 2.
(4) Ptolémée fixe la position des *Ruteni* au-dessous des Velauni dans l'Aquitaine, II ; VII, (VI) 21.
(5) AUSONE, *Mosella*, V, 465.
(6) Pline assigne aux *Ruteni* les terrains situés dans la Narbonnaise, sur les confins de l'Aquitaine, mais il place aussi d'autres *Ruteni* dans l'Aquitaine, III, V (IV), 6. — XXXIII (XIX), 2. — XIX, II, (I), 1.
(7) SIDOINE APOLLINAIRE, *Carmen propempticon*, t. I, p. 1303.
(8) DIODORE, V, 27.
(9) STRABON, IV, II, 2.
(10) AUSONE, V, 465.
(11) SIDOINE APOLLINAIRE, *Carmen*, 1303.

fait, un peu trop légèrement peut-être, certains géographes modernes. Non seulement nous avons reconnu la véracité des faits qu'ils avaient signalés, mais nous avons été encore étonné de la pénétration, de la persévérance, du labeur patient et de l'habileté dont nos aïeux ont fait preuve, pour découvrir, exploiter et s'approprier les métaux.

OR

Les Gaulois prétendaient, au dire de Strabon, que les Pyrénées et les Cévennes renfermaient des mines d'or (1). Ausone s'exprime ainsi dans son poème sur la Moselle :

« *Auriferum postponet Gallia* TARNEM » (2);

et Sidoine, à son tour, célébrait au v^e^ siècle les paillettes d'or que roule le Tarn aux eaux rapides et poissonneuses :

« *Meminit* et TARNIS *fleuvii auriferi* » (3).

Ainsi donc, les *Ruteni* connaissaient l'orpaillage et le lavage des sables aurifères.

Diodore nous explique même comment certains fleuves de la Gaule *détachaient par érosion des terres arrachées à la base des montagnes dans lesquelles se trouvent des gîtes aurifères ; on peut recueillir alors dans les eaux des pépites que l'on débarrasse des autres éléments qui les entourent à l'aide de fourneaux propres à la fusion ; on obtient ainsi une quantité d'or qui est livré à l'industrie* (4).

Le précepteur de Gratien, le poète chrétien de Lyon, et l'historien grec avaient raison. M. Massol, en effet, constate qu'il y avait des orpailleurs à Albi avant 1818. Il les a vus plusieurs fois accourir chez les orfèvres de cette ville, pour vendre le produit de leur recherche journalière sur le gravier du Tarn et recevoir, en échange, le prix de leur trouvaille. Mais comme cette industrie était peu lucrative (1 fr. 50 par jour en moyenne), ils abandonnèrent ce commerce (5).

Les alluvions modernes du Tarn appartiennent à la même formation et au même âge que les alluvions aurifères du Rhône, de l'Ariège, du Salat (Ariège), du Gardon de Mialet, du Rieutord, de Gagnères (Gard), de l'Hérault, etc... (6).

ARGENT, PLOMB ET ZINC

Diodore avait tort de dire que la Gaule ne possédait pas d'argent (7),

(1) STRABON, III, II, 8. — E. DESJARDINS, *Géographie de la Gaule.* 1 vol., p. 705.
(2) AUSONE, *Mosella*, V, 465. — E. DESJARDINS, *loc. cit.*, p. 148.
(3) SIDOINE APOLLINAIRE, p. 1303.
(4) DIODORE, V, 27. — E. DESJARDINS, *Géographie de la Gaule*, 1 vol., p. 428.
(5) MASSOL, *Description du département du Tarn*, 1818, p. 215-216.
(6) Alfred CARAVEN-CACHIN, *Carte géologique du département du Tarn.* (Manuscrit.)
(7) DIODORE, V, 27. — E. DESJARDINS, *loc. cit.*, p. 424.

puisque Strabon et Tacite parlent des mines et de l'industrie de l'argent chez les *Ruteni*. Il paraît même que ces métaux étaient surtout exploités dans nos contrées. Tacite signale les mines des *Ruteni* comme étant très productives (1) et Strabon ajoute que ces peuplades étaient très habiles dans l'art de l'orfèvrerie :

« *In* RUTHENI ARGENTARIÆ *vigent artes* » (2).

Dans nos contrées, l'argent se rencontre toujours dans le sulfure de plomb (galène). Jusqu'à présent, deux gisements de galène argentifère ont été signalés dans des filons de quartz, disséminés dans les schistes paléozoïques qui forment les bords sud-ouest du plateau central de la France.

Le premier est situé sur les bords du Tarn et non loin de Courris, canton de Valence. Des travaux considérables ont été faits dans ces mines avant et pendant l'occupation romaine, car on reconnaît plusieurs ouvertures de galeries qui ont été comblées depuis longtemps par des éboulis. Les anciens mineurs avaient attaqué les deux filons de plomb argentifère par de vastes souterrains ; on y remarque aussi des conduits d'écoulements à travers bancs. Dans les déblais, nous avons trouvé des débris de poterie samienne et une monnaie en bronze de Néron :

A) Tête de Néron. — IMP. NERO. CAESAR. AVG. P. MAX. TR. P. P. P.

R) La Victoire avec des ailes : VICTORIA. AVGVSTI. = S. C.

Le second affleure non loin de Réalmont. L'observateur qui remonte le cours du Dadou arrivera, après trois kilomètres de marche, auprès d'une prairie où il remarquera une grande excavation de terrain, que les eaux de la rivière ont transformé en marécage. S'il pousse la curiosité jusqu'à gratter le sol, la pioche amènera à la surface une quantité de débris de blende (sulfure de zinc), mélangés à de la galène. Nul doute alors que cette excavation n'ait été produite par une ancienne exploitation métallurgique. Ces travaux d'art sont encore très reconnaissables. Ils sont, du reste, situés sur le même axe du riche filon de plomb argentifère de Peyrebrune dont ils sont la continuation.

Découverte par les Gaulois, ce fut sous les Romains que Peyrebrune atteignit son plus grand développement industriel, comme nous allons le démontrer. Ce fait n'a rien qui doive surprendre, car on sait combien, chez les Romains, l'exploitation des mines occupait une place considérable. Aussi voit-on ces derniers, dès leur arrivée en Gaule, chercher les filons métallurgiques et exploiter tous ceux qui pouvaient donner quelques profits.

Nous allons commencer par nous occuper des filons qu'avaient exploités les mineurs du peuple-Roi :

(1) TACITE, *Annales* I, III. — DAUBRÉE, *Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule*, p. 3.

(2) STRABON, IV. — DAUBRÉE, *loc. cit.*, p. 4.

1° Le *filon des Romains* se dirige N. 50° E. Sa longueur est de 3 kilomètres. Sa puissance a généralement 2 mètres. Cependant, dans la grande galerie que les Romains ont faite en amont du ruisseau des Miniés, la hauteur est de 15 mètres.

Sa surface a été exploitée à trois étages, dont deux sont encore très visibles puisqu'il existe des galeries qui ont de 10 à 20 mètres de largeur et dont la troisième percée au sommet du coteau qui domine Peyrebrune est éboulée (1).

2° Le *filon de Peyrebrune* ou *de la Tour* se dirige N. 70° E. Sa longueur est de 5 kilomètres. Sa puissance est de 2 mètres environ. Sa surface a été exploitée par les Romains sur divers points à l'ouest et à l'est (2).

C'est sur tout le parcours de ces deux filons, les seuls connus des Romains, qu'on a ramassé, à diverses époques, de nombreux débris de l'industrie du peuple-Roi qui ont été en partie conservés, ainsi que des coupes en terre noire qui caractérisent la poterie gauloise.

1° Matériaux servant aux constructions. — Tuiles faîtières *(imbrex)*; des *tégulæ*; des *antefixæ*.

2° Mobilier des maisons des mineurs. — *Calix* ou gobelets; *patina* ou bols; *guttus* ou cruche; *lagena* ou vase à fruits; *cadus* ou vase à vin, à huile, etc.; *diota* qui renfermait le vin; *orca* où l'on plaçait le poisson salé; *dolium*, *amphora*, *ampulla* ou bouteille; *stilus* ou aiguilles en fer.

3° Instruments des mineurs et produits des mines. — Des *lucernæ fictiles* ou lampes de terre; *amphora* où l'on a trouvé du minerai réduit en poussière; *olla* ou jarre qui renfermait du plomb argentifère choïsi et cassé; *ampula olearia* ou fiole qui renfermait l'huile; *infundibulum* ou entonnoir; un harpon en bronze qui servait à la fois à accrocher la lampe et à moucher la mèche; un *cuneus* en bronze ou coin qui faisait éclater les roches; restes de *calamine* ou zinc carbonaté.

4° Chasse. — Des têtes de flèches en bronze et en fer très oxydées qui devaient servir pour la chasse.

5° Monnaies. — Puis vient une série de monnaies impériales romaines frappées aux effigies suivantes:

1. Auguste; 2. Néron; 3. Domitien; 4. Antonin le Pieux; 5. Gordien le Pieux; 6. Gallien; 7. Maximin Hercule; 8. Constantin le Grand.

Tous ces objets prouvent, jusqu'à l'évidence, une longue occupation du sol par les Romains (3).

Les mineurs du moyen âge avaient, à leur tour, exploité ces mines à

(1) Alfred Caraven-Cachin, *Les mines de plomb argentifère de Peyrebrune, près Lafenasse (Tarn)*, p. 64.

(2) Alfred Caraven-Cachin, *loc. cit.*, p. 64 et 65.

(3) Alfred Caraven-Cachin. Voir notre travail sur les *Mines de plomb argentifère de Peyrebrune, pres Lafenasse (Tarn)*, qui renferme une étude complète sur les époques gauloise et romaine, sur le moyen âge et sur l'époque moderne, p. 63 à 74.

ciel ouvert non loin du moulin de Peyrebrune. Au commencement de ce siècle, de nouveaux travaux ont été entrepris, toujours sur le même filon de galène, au confluent du Dadou et du Ruisseau des mines. A cette époque on découvrit des filons croiseurs, et des puits et des souterrains furent pratiqués pour en connaître la puissance. Enfin, deux ingénieurs expérimentés ont demandé, en 1880, une concession pour reprendre les travaux qui avaient été abandonnés depuis quelques années.

Ainsi donc les Gaulois et les Romains savaient séparer l'argent de la galène. Ces faits ne doivent pas nous surprendre, car le procédé de la coupellation était connu des Phéniciens qui le transmirent, sans aucun doute, aux peuplades celtiques. M. Daubrée cite plusieurs découvertes qui sont venues dissiper tous les doutes à cet égard. Telle est une plaque de litharge provenant de la province de Barcelone; tels sont des saumons de plomb des environs de Carthagène, dont on a extrait l'argent, et des gâteaux d'argent provenant de ce plomb (1).

Quant au zinc, il est probable que nos *Ruteni* ne connaissaient pas cette substance à l'état métallique, puisqu'ils l'ont abandonnée sur le sol. S'ils ont tiré parti de la calamine (zinc carbonaté), c'est en mélangeant ce métal au minerai de cuivre, pour préparer le laiton ou orichalke, comme on doit le supposer d'après le texte de Strabon (2).

CUIVRE

Le cuivre n'était exploité que sur les bords du Cérou, à Rozières près Carmaux. Ici encore la malachite se trouve disséminée dans un filon quartzeux. D'après le rapport de M. Cordier, ces mines, placées à 700 mètres de Rozières, seraient d'une exploitation très importante à en juger par la quantité de minerai, la puissance, l'étendue et la marche régulière du filon. Elles ont été le centre de travaux considérables puisque les haldes présentent plus de 1.200 mètres cubes de déblai (3).

En 1847, la Compagnie houillère de Carmaux voulut reprendre les travaux, depuis longtemps abandonnés, et chargea de ce soin M. Boissé. Mais cet ingénieur ne put parvenir à épuiser l'eau qui avait envahi les puits et les galeries. Les ouvriers rencontrèrent, à 150 mètres de la mine, deux bases d'amphores et quelques débris de poteries romaines, mêlées à des produits métallurgiques, scories, mattes et cuivre rouge (4).

FER

Si le cuivre était exploité dans la Gaule sur une plus vaste échelle qu'il ne l'est aujourd'hui, César nous apprend que la fabrication du fer avait

(1) DAUBRÉE, *Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule*, p. 2.
(2) DAUBRÉE, *loc. cit.*, p. 6.
(3) CORDIER, *Journal des Mines*, t. XXVIII, p. 421. — DAUBRÉE, *loc. cit.*, p. 7.
(4) DAUBRÉE, *loc. cit.*, p. 7. — DESJARDINS, *loc. cit.*, p. 418.

acquis une grande importance et un haut dégré de perfection longtemps avant le commencement de l'ère chrétienne (1), ainsi que le prouvent les nombreux *ferriers* ou monceaux de scories, qui sont, pour ainsi dire, semés sur la terre des Gaules.

Dans l'antique pays des *Ruteni*, le minerai de fer se présente généralement à l'état de limonite ou hématite brune (fer hydraté) et d'oligiste (oxyde anhydre de fer).

Parmi les filons de quartz avec minerai de fer qui sillonnent les environs d'Alban, il en est qui ont été fort exploités dans l'antiquité. M. Daubrée cite le filon du Fraysse qui consiste en quartz auquel est associé du fer carbonaté spathique et de l'hématite brune.

Une galerie qui a été pratiquée sur ce filon, il y a quelques années, a recoupé d'anciens travaux qui paraissent très étendus; les uns sont ouverts et parfaitement conservés, d'autres sont fermés par des remblais. Dans une galerie on a rencontré une lampe romaine en terre cuite: elle a la forme ordinaire des *lucernæ fictiles* et porte un aigle avec une légende C. OPPI-RES (2).

De plus, l'une des parois de la galerie porte une série d'entailles régulières de petites dimensions, $0^m,12$ sur $1^m,06$ qui ont été pratiquées à $0^m,50$ environ l'une de l'autre, visiblement pour y loger la lampe. Toutes ces entailles sont entaillées du même côté de la galerie. Dans ces anciens travaux on trouve encore en abondance du charbon de bois, ce qui doit faire supposer qu'on exploitait les masses quartzeuses extrêmement dures associées au minerai, en les délitant à l'aide du feu. Toutefois on remarque sur les parois de la galerie des empreintes de coups de pics, ainsi que de coins. On doit croire que l'on se servait de ces outils pour régulariser la forme de la galerie qui avait été ouverte par le feu (3).

Dans cette circonstance, comme dans d'autres, dit M. Daubrée, les anciens avaient agi avec discernement. D'une part, le filon est coupé sur une assez grande hauteur par un vallon, ce qui permet d'exploiter par galerie ; d'autre part, le minerai qu'il fournit, le fer carbonaté, est, comme on le sait, communément propre à produire du fer aciéreux (4).

Un riche filon de fer se montre sur la rive droite du Cérou, non loin de la Cavallarié, commune d'Andouque, au lieu appelé Puy-Farrat. Ce filon vertical a 8 ou 10 mètres d'épaisseur et court de l'est à l'ouest. Les variétés de minerais que l'on rencontre parmi les scories des anciennes exploitations paraissent d'excellente qualité. A en juger par les travaux

(1) CÉSAR, *Bell. Gal.*, III, 13 ; III, 21 ; VII, 22.

(2) DAUBRÉE, *loc. cit.*, p. 64. M. Daubrée donne la gravure sur bois de la lampe en terre trouvée dans la mine du Fraysse et qui appartient à M. Ravailhe, d'Albi.

(3) DAUBRÉE, *loc. cit.*, p. 64.

(4) DAUBRÉE, *loc cit.*, p. 64.

qui existent sur cette colline, ce filon aurait été exploité pendant plus d'un siècle. C'est là que nous avons recueilli une belle *fibula* en bronze recouverte d'un émail foncé tout parsemé de petits cubes blancs, bleus et rouges qui dessinent une gracieuse rosace en mosaïque. Cet ornement devait servir à attacher le ceinturon du fermier concessionnaire ou du propriétaire de cet établissement métallurgique.

Nous pensons que d'autres mines de fer, qui présentent les traces incontestables d'anciens travaux, étaient aussi connues des Gaulois et des Romains, mais nous manquons encore de preuves matérielles pour cette démonstration.

Lorsqu'on considère les quantités si considérables de scories répandues autour de ces centres d'exploitation, on se demande quelle longue suite d'années il a fallu pour les produire, à des hommes qui n'avaient d'autre force que celle de leurs bras, qui ne forgeaient le fer que pour en fabriquer des épées, des haches d'armes et quelquefois des chaînes de navire (1).

Si nous cherchons, à présent, comment s'opérait l'exploitation de ces mines chez les Romains, nous voyons d'abord qu'elles étaient laissées aux particuliers ou aux cités, en un mot aux propriétaires du sol ou aux fermiers qui, ayant traité avec eux, en avaient obtenu l'adjudication et procédaient à la mise en œuvre des travaux sous la surveillance de l'État. Quelquefois même, l'État ou l'empereur étaient propriétaires ou se rendaient acquéreurs de ces domaines; alors les concessions qu'ils donnaient étaient à leur profit. Dans les deux cas, ce droit de propriété sur les mines ne semble pas faire de doute, ainsi que le prouve un grand nombre d'inscriptions romaines découvertes dans la Gaule (2).

MARBRE

Les autres substances minérales non métalliques attiraient aussi l'attention des Gaulois et Pline mentionne les diverses variétés de marbre des Alpes :

« *Alpes cœduntur in mille genera marmorum* » (3).

Les *Ruteni* avaient aussi remarqué les nombreuses zones de marbre qui se trouvent ramifiées dans nos schistes paléozoïques et avaient appris à extraire le calcaire marmoréen.

Dans un profond ravin qui sépare les forêts d'Hautaniboul et de Cayroulet se dresse un beau filon de marbre saccharoïde blanc veiné de rose qui a été fortement entaillé par nos pères.

C'est à Jocely, sur la limite de la forêt, que les mineurs gaulois et

(1) DAUBRÉE *loc. cit.*, p. 11.
(2) E. DESJARDINS, *loc. cit.*, p. 414.
(3) PLINE, XXXVI, 1, 1.

romains avaient établi leur demeure, ainsi que le prouvent les débris de coupes en terre noire, les briques à rebords, les vases, les amphores et les fragments de marbre blanc qui recouvrent le sol (1).

Ces carrières ont été exploitées de nouveau au siècle dernier; mais on dut cesser l'extraction du marbre à cause de la difficulté des transports et du mauvais état des chemins. Un ouvrier habile vient encore de tenter l'exploitation du marbre d'Hautaniboul.

GRÈS

Les nombreux monuments que nous ont laissés nos aïeux montrent qu'ils savaient choisir, avec beaucoup d'intelligence, leur pierre de construction, et César raconte avec quelle solidité ils concevaient et exécutaient les fortifications (2).

GRÈS PERMIEN

L'étude minéralogique de la roche qui forme les sarcophages mérovingiens du cimetière du Gravas, près Gaillac, nous a indiqué la carrière où les mineurs mérovingiens enlevaient la pierre pour confectionner leur mobilier funèbre. C'est à la Sajétié, à environ 2 kilomètres de Monestiés, que nos anciens pères exploitaient, pour la fabrication de leurs tombeaux, les grès diversement nuancés, appartenant à la formation permienne du Tarn.

On ne saurait douter qu'il se soit fait à cette époque un commerce important de ces auges, qui ont toutes une forme semblable et une provenance commune. Le commerce de ce temps dut les apporter toutes faites, soit sur commande, soit pour le marché public. Chacun les achetait pour les besoins de sa famille ou de son pays.

En visitant, le 3 avril 1884, la magnifique carrière de la Sajetié, nous remarquâmes que cette exploitation à ciel ouvert remontait à plusieurs siècles, car les ouvriers rencontrent souvent des débris de poteries romaines; mais nous ne pouvions soupçonner alors que les tombiers mérovingiens eussent, à leur tour, fouillé, entaillé et soulevé ces puissantes assises gréseuses et qu'il existât, dans cette contrée et dès le VI^e^ siècle, un commerce de cercueils (3).

Les dalles en grès rouges qui renferment des inscriptions du XIII^e^ siècle et qui se trouvent déposées dans le cloître de Saint-Salvy d'Albi, ont été également extraites de la Sajetié. Du reste, cette carrière est encore en pleine activité.

GRÈS TERTIAIRE

Les roches du terrain tertiaire éocène, si largement développé dans

(1) Alfred CARAVEN-CACHIN, *Carte archéologique du Tarn aux époques antéhistorique, gauloise, romaine et franque.* Castres, 1867.

(2) CÉSAR, *Bel. Gal.*, VII, 23.

(3) Alfred CARAVEN-CACHIN, *Le Cimetière mérovingien du Gravas*, avec photographies, 1891.

notre département, offraient aux tribus gauloises et gallo-romaines de nombreux matériaux pour construire leur *oppidum*. Cependant l'art de la construction était encore dans l'enfance chez les Gaulois. Les découvertes archéologiques nous prouvent que le bôis, la terre glaise et la pierre sèche étaient à peu près les seuls matériaux dont se servaient nos *Ruteni* (1); la pierre était employée pour les parements, aussi M. Desjardins dit, avec raison, que les Grecs et les Romains furent les seuls constructeurs de la Gaule et les premiers qui aient soumis les carrières à un examen comparatif et à des exploitations raisonnées (2).

Une des principales carrières exploitées, dans le Castrais, par nos aïeux était située à 1.500 mètres du *Castrum* de Saint-Jean, près Castres. Nous savons qu'Auguste transforma en *vicus* cet établissement militaire; puis, qu'en 647 les moines de Saint-Benoît de Nurcia vinrent fonder une maison de leur ordre non loin de la bourgade romaine. Alors, les fondateurs de l'abbaye de Castres attirèrent dans la plaine la population gallo-romaine et bientôt une ville, que l'on désigna sous le nom de *Castrum*, *Castra*, *Castres*, s'éleva sur les bords riants de l'Agoût (3).

Cette carrière qui venait d'être découverte par nos pères, et dont on allait extraire des matériaux, presque sans interruption, pendant dix-huit cents ans, est située aux Maurels, propriété appartenant à M. Crespon. A quelques mètres de cette antique exploitation, on rencontre des poteries romaines avec des moyens bronzes d'Auguste portant au revers l'*Autel de Lyon*, ainsi que des petits bronzes de Constantin Ier et de Julien II. Ces grès ont en outre servi à confectionner tout le mobilier funèbre des diverses corporations religieuses qui vinrent s'établir à Castres, pendant la période qui va de 647 à 1317, ainsi que le prouve la découverte qui eut lieu en 1839. En opérant des déblais à l'extrémité sud de cette carrière, les ouvriers rencontrèrent plusieurs cercueils qui avaient été abandonnés sur le sol par les carriers du XIe siècle (4).

Pendant tout le moyen âge cette carrière fut aussi en activité; les édifices religieux, les maisons, les fortifications de Castres furent construites avec la pierre des Maurels (5). Dans la vaste tranchée qui a été faite à la gare de Castres, on remarque les conduits pratiqués pour l'écoulement des eaux et d'immenses remblais qui venaient recouvrir les cavités qu'avaient formées l'extraction de la pierre. Enfin, ces célèbres bancs de grès sont encore exploités de nos jours.

(1) Alfred CARAVEN-CACHIN, *Le Tarn et ses tombeaux*, etc., Paris, 1873, avec planches, p. 70 à 79.
(2) E. DESJARDINS, *loc. cit.*, p. 432.
(3) Alfred CARAVEN-CACHIN, *loc. cit.*, p. 59 à 105, et Alfred CARAVEN-CACHIN, *Les Origines religieuses de la ville de Castres*, 1879, p. 103 à 105.
(4) Alfred CARAVEN-CACHIN, *Histoire et Archéologie de l'abbaye de Saint-Benott de Castres*, 1878, p. 231.
(5) Actes et documents appartenant à M. Crespon, avocat à Castres.

Telles sont les découvertes que nous avons cru devoir signaler ; elles nous font admirer la perspicacité et la finesse d'observation des anciens, en même temps que les connaissances pratiques auxquelles ils étaient arrivés ; elles nous apprennent, en outre, qu'un grand nombre de mines, autrefois florissantes dans notre pays, sont aujourd'hui abandonnées. Cependant, dans certaines, les filons sont loin d'être épuisés ; mais le salaire de la main-d'œuvre ayant considérablement augmenté depuis l'antiquité, il n'est guère possible aujourd'hui d'utiliser ces gîtes métallifères. Toutefois nous pensons qu'avec une direction habile et persévérante et de nombreux capitaux, on pourrait encore exploiter avantageusement les gisements de galène argentifère, de cuivre et de fer, surtout lorsque ces derniers se trouvent associés au manganèse.

Dans tous les cas, ce Mémoire apporte des faits nouveaux à l'*Histoire de l'exploitation des métaux et des substances minérales non métalliques dans l'antiquité*, dont les remarquables travaux de MM. Rossignol, Daubrée, Desjardins, etc., ont commencé à soulever le voile.

M. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse, à Avignon.

ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE COMPLÉMENTAIRE SUR LA FAUNE MALACOLOGIQUE DU DANIEN DES ENVIRONS DE SAINT-REMY ET LES BAUX (PROVENCE)

— Séance du 24 septembre 1891 —

A diverses reprises nous avons présenté quelques mémoires descriptifs (1) contenant les nouveaux fossiles de couches daniennes de Saint-Remy et les Baux; c'est la continuation de ces études qui fait l'objet de ce travail, comme suite aux premiers déjà publiés. Il résume, jusqu'à ce jour, les recherches faites dans ces régions par quelques géologues auxquels la proximité des lieux permet de fréquentes et fructueuses visites.

Cette faune si riche, si variée, dont les formes, ainsi qu'on le verra dans d'autres travaux en préparation, s'éloignent souvent des espèces connues, est une des plus complètes et des plus admirables pour la diversité des groupes qu'elle contient.

(1) *Mémoire de l'Académie de Vaucluse*, 3e trimestre, 1888, page 201 : *Géologie des environs de Saint-Remy*. — Association française pour l'avancement des sciences, 1890 ; Congrès de Limoges, page 315 : *Faune malacologique du Danien (Saint-Remy et les Baux.)*

Cette région, explorée depuis fort longtemps, a fourni l'occasion à d'autres géologues de publier certains ouvrages importants; c'est ainsi que MM. Caziot (1), Matheron (2), Munier-Chalmas (3), Requien (4); Sandberger (5), Roule (6), Collot (7) ont pu faire connaître le résultat de leurs recherches personnelles; mais il est évident qu'elle est loin d'être épuisée, et qu'elle servira de thème à bon nombre d'autres publications par la suite.

Envisagée à un point de vue plus général, M. Caziot (8) a déjà fait connaître dans son travail que l'ensemble des couches relevées sur le versant nord des Alpines comprend une bonne partie des étages de la partie supérieure du Danien (Garumnien) depuis le Valdonien probablement jusqu'au Rognacien supérieur; or, les mêmes étages, coupés par la ligne de soulèvement, ou crête des Alpines, sont représentés sur l'autre versant sud à l'est du village si pittoresque des Baux, où le même calcaire à *Cyclostoma Glanense* se présente surmonté des mêmes assises renfermant les fossiles caractéristiques du Rognacien.

Le Fuvélien semble manquer sur les deux versants; peut-être une exploration plus étendue et minutieuse permettra-t-elle d'y reconnaître la trace de cette puissante assise.

Bien que le *Bulimus proboscideus* fût considéré comme exclusif au Valdonien, on pouvait supposer, de sa présence sur le versant nord des Alpines *(fig. 1)*, à l'existence de ce niveau inférieur dans le calcaire lacustre. Mais il paraît bien constaté et tout semble démontrer maintenant — notre savant collègue, M. Depéret, ayant signalé l'association de cette superbe coquille avec le *Lychnus Matheroni* dans le Rognacien

(1) Caziot, *Bulletin de la Société géol. de France*, 3e série, tome XVIII, juin 1890. — Etude statigraphique. et nouvelles recherches sur les mollusques du terrain lacustre inférieur de Provence.

Description de quelques mollusques fossiles du terrain lacustre des Baux et de Saint-Remy, en Provence. — *Bulletin de la Société malacologique de France*, 1890, p. 133.

(2) Matheron, Observations sur les terrains tertiaires du département des Bouches-du-Rhône et description de quelques coquilles fossiles inédites ou peu connues qu'ils renferment. — *Association scientifique et de l'industrie du midi de la France*, III, 1832.

Matheron, Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles des Bouches-du-Rhône et des départements circonvoisins *In Répert. des travaux de la Soc. de statistique de Marseille*, IV, 1842.

Matheron, Recherches paléontologiques dans le midi de la France. — En cours de publication.

(3) Munier-Chalmas, Miscellanées malacologiques. — In *Ann. de Malacologie*. I, janvier 1884.

(4) Requien, Description d'une nouvelle espèce de *Lychnus*. — Réunion de la Société géologique de France à Aix en Provence, 1842.

(5) Sandberger, Die Land und Süsswasser Conchylieri. — Wiesbaden, 1870-75.

(6) Roule, Description de quelques fossiles du calcaire lacustre de Rognac. — *Bull. de la Soc. malac. de France*, I, 1884.

Nouvelles recherches sur les mollusques du terrain lacustre inférieur de Provence. — *Bull. de la Soc. malac. de France*, II, 1886.

(7) Collot, Description géologique d'Aix en Provence (1880).

Description du terrain crétacé dans une partie de la basse Provence. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1890, t. XVIII, p. 49, 3e série.

(8) Par un échange fort aimable, qu'il serait désireux de voir souvent se produire, M. Caziot a bien voulu me céder une partie de cette étude, lui ayant déjà donné mon manuscrit et toutes les coupes que j'avais relevées aux environs de Roquemaure, Saint-Geniès-de-Comolas et Saint-Laurent-des-Arbres pour la rédaction du travail qu'il vient de publier dans les *Annales de la Société géologique de France*, tout dernièrement. D'ailleurs, pour lui en laisser le mérite, c'est à lui, dans le présent Mémoire, qu'est due la description des nouveaux fossiles qui suivent.

d'Orgon, — qu'il faut considérer ce beau fossile, dont M. Pellat m'a communiqué dernièrement quatre échantillons remarquables provenant d'Orgon, comme persistant au travers des âges, traversant ainsi l'ensemble

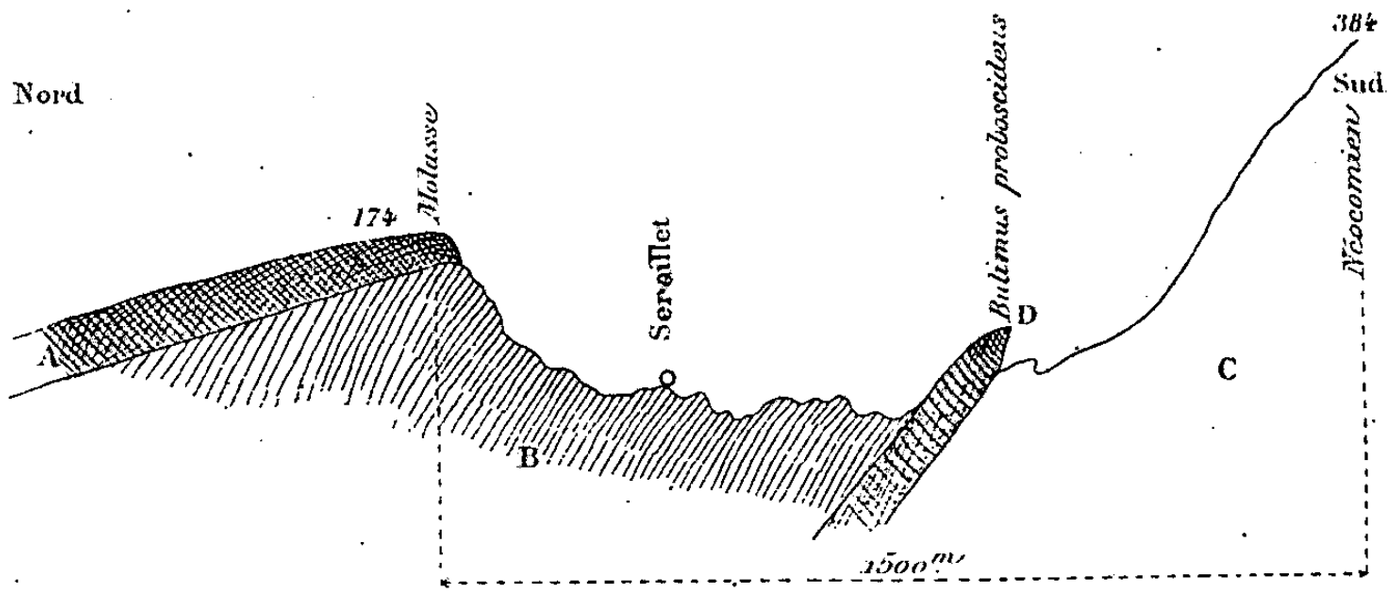


Fig. 1.

du Danien supérieur, depuis le Valdonien jusqu'à la base de celui de Rognac.

D'ailleurs, il aurait accompli ce déplacement avec *Cyclostoma Glanense, Paludina Bosquiana, Bulimus tenuicostatus, Cyclophorus Solieri* et d'autres aussi.

Cela peut-il expliquer l'absence problématique du Fuvélien dans les couches de Saint-Remy ?

Nous trouvons à Fuveau même, cependant, quelques fossiles du Valdonien : *Bulimus tenuicostatus, Melania scalaris, Paludina Bosquiana, Cyclophorus Solieri, Margaratina Toulouzani;* et à Ollières, où le Fuvélien est bien reconnu, n'a-t-on pas rencontré des fossiles du Valdonien: *Bulimus tenuicostatus, Melania nereiformis, Bulimus proboscideus ?*

Comme souvent, certaines coquilles sont communes à des couches voisines.

De même pour le *Melanopsis Galloprovincialis* que l'on pensait exclusif au Valdomen et se montre cependant aux autres étages, Fuvélien, et à Rognac.

Cette persistance d'une espèce ne doit en rien surprendre si elle vient à se montrer soit en dessus, soit en dessous de son niveau caractéristique.

Les assises du côté du versant des Baux ont, au sud-est de ce village, une inclinaison semblable à celle de l'autre versant *(fig. 2)*, ce qui ne peut être dû qu'à un glissement résultant des failles nombreuses qui disloquèrent le crétacé ou miocène (failles que nous avions reconnues avec M. Toucas il y a dix ans); tandis qu'à l'est, le Rognacien est disposé par assises horizontales à stratification concordante, montrant à leur partie supérieure un calcaire rosacé compact, grenu, pétri de *Cyclophorus, Cy-*

clotus, *Pupa*, *Clausilia*, *Leptopoma*, *Bauxia* (1), et bien d'autres espèces nouvelles contenant une infinité de petites coquilles ornées de stries variées, dont l'étude très avancée que nous avons entreprise sera sous

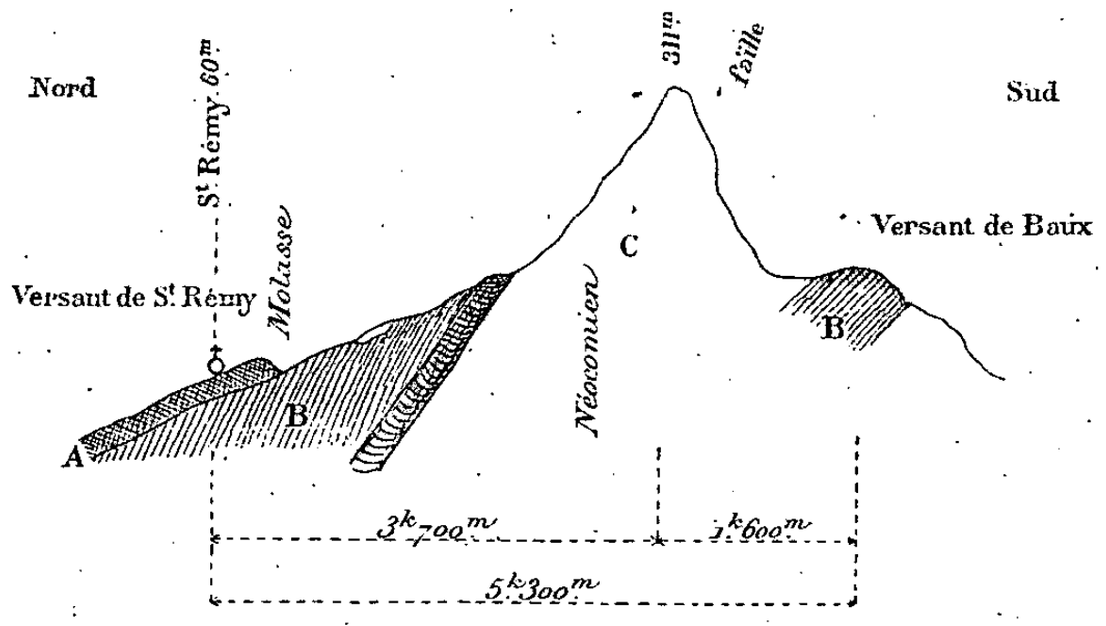


Fig. 2.

peu publiée. Des corps cylindroïdes, ovalaires, allongés, de forme ovoïde, se trouvent mélangés en nombre considérable et peuvent être considérés comme des œufs de tortue: *Eymidæ*, *Chersidæ*, enfouis au bord des eaux des étangs dans la vase molle des plages.

C'est à cette couche aux nombreuses assises, des plus fossilifères, qu'appartiennent les nouveaux mollusques décrits par M. Caziot, qui font suite à ce Mémoire. Extraits en grande quantité dans ces bancs par MM. Jullian, Allard, Caziot, Pellat, ils offrent un faciès caractéristique qui rappelle celui de la barre de Rognac.

Puis, à leur tour, celles-ci sont recouvertes par l'Helvétien supérieur *(fig. 3)*, tandis que leur base plonge dans les terrains cultivés assez in-

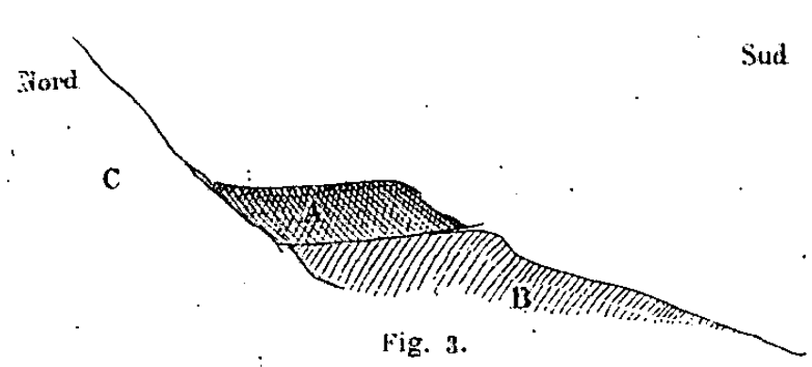


Fig. 3.

clinés. Cette situation très propice fait retrouver sur leurs pentes rapides de nombreux *Cyclophorus heliciformis*, *Auricula Requeini*, *Bulimus tenuicostatus*, *Leptopoma*, *Bauxia*, noyés dans ce calcaire disloqué par le temps et la charrue du laboureur; ces couches nombreuses indiquent les divers niveaux du Rognacien inférieur et supérieur.

(1) Cette forme s'est sensiblement accrue, depuis quelque temps, par des espèces que Bourgognat a pensé pouvoir distinguer.

Tout à fait vers le bas, dans un calcaire en tous points semblable à celui qu'on trouve dans le Rognacien de Gardanne se rencontrent les mêmes fossiles aplatis à test blanc, *Cyclostoma heliciformis*.

Au sud du village *(fig. 4)*, la stratification change d'aspect; elle n'est plus celle du sud-est; les couches s'inclinent du nord au sud jusqu'à

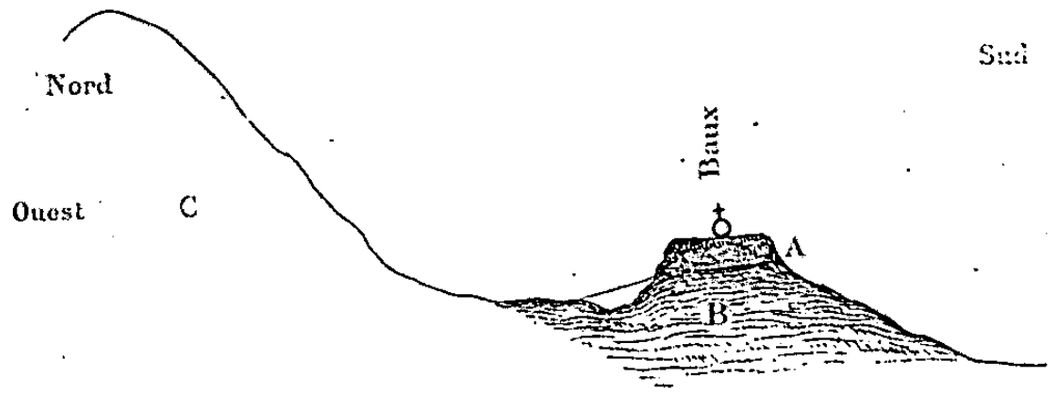


Fig. 4.

45° environ et renferment, dans un calcaire gris compact, d'abord des *Anostomopsis rotellaris*, contre l'Helvétien qui les recouvre, et quelques mètres plus bas, où le Rognacien disparaît sous les terres cultivées, les nombreux fossiles dont M. Caziot a donné l'énumération dans le Mémoire du *Bulletin de la Société géologique* cité plus haut.

Au nord du village reposent alors sur le Rognacien, sans fossiles, les sables et argiles bigarrées que M. Depéret fait remonter à l'éocène inférieur, placé ainsi stratigraphiquement au niveau de l'étage de Vitrolles.

A quelques pas plus loin (au nord-ouest), bordant la même route au nord, intercalé entre ces sables et l'Helvétien, on est en présence de quelques assises d'un calcaire blanc à grains très fins, renfermant sur des points nombreux d'abondantes concrétions siliceuses ou rognons de silex.

Ces bancs pourraient appartenir à l'Aquitanien oligocène; en l'absence de fossiles, si ce n'est l'aspect général et leur position, rien n'accuse l'âge de ces couches.

Enfin, au sud-ouest, sur la route des Baux à M^t Pahon, le Rognacien plus compact réapparaît de couleur grise, renfermant des Unios et Mélanies indéterminables que MM. Pellat, Allard et Caziot ont pu recueillir en brisant ces dures assises.

Puis ce bassin se limite, plus loin à la série d'Orgon, en laissant ainsi aux futurs paléontologistes de nombreux sujets d'études.

CYCLOPHORUS MATHERONI, *Rognacien supérieur, les Baux.* — Testa trochiformata, parvula, acuminata; umbilicus profundus, quinque aut sex anfractibus spiræ convexis turgescentibus, ultimæ præsertim, velociter crescentibus, sutura sat profunda separatis *(fig. 5 et 6)*.

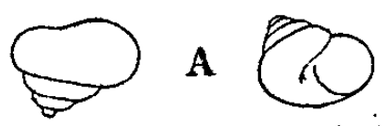


Fig. 5 et 6.

Testa maxima crassa, variabilis secundum subjectum, sinibus aurationis inequalibus et obliquis ornata, striaturæ tenues, pressæ,

irregulares et transversa pæne deletæ, dum formam extensam in longitudinem habent et inter congeneres in conspectum cadunt.

Apertura circularis obliqua, læviter interrupta. Peristoma solidum, crassum, secundum marginem foris effusum.

Hauteur	0.008
Hauteur du dernier tour de spire. . . .	0.005
Largeur	0.009
Diamètre apertural.	0.005

Coquille trochiforme de petite taille, pointue ; ombilic profond, cinq à six tours de spire convexes, renflés, surtout le dernier, à croissance rapide, séparés par une suture assez profonde.

Test très épais, mais variable suivant le sujet, orné de plis d'accroissement irréguliers et obliques.

Ce *Cyclostomide* a pour principal caractère d'avoir ses faibles stries transversales, tandis qu'elles sont longitudinales et très visibles sur ses congénères.

Ouverture circulaire oblique, très légèrement interrompue. Péristome solide, continu épais, un peu évasé.

Je dédie cette espèce, très rare dans le calcaire compact des Baux, à M. Matheron, le géologue si distingué à qui nous devons tant de travaux sur la géologie et particulièrement sur celle du midi de la France.

CYCLOTUS NICOLASIS, *Rognacien supérieur*, *les Baux*.— Coquille trochiforme, de petite taille, pointue; cinq tours de spire, à croissance rapide, très légèrement bombés, les deux derniers *carénés*, le dernier presque aplati à la base, séparés par une suture linéaire, la dernière mieux accusée *(fig. 7 et 8)*.

Ouverture *subcirculaire*, allongée, très oblique. Péristome légèrement interrompu. Ombilic profond.



Fig. 7 et 8.

Hauteur.	0.0065
Largeur.	0.008
Hauteur de l'ouverture.	0.003 (1)

Testa trochiformata, parva, acuminata, anfractibus spiræ quinque, velociter crescentibus, convexiusculis, duobus extremis carinatis, ultimo pæne complanato ad basem, sutura lineare separatis, melius accusata extrema sutura est.

Apertura elongata, subcircularis, maxime obliqua. Peristoma tenuiter interruptum. Umbilicus profondus.

Altitudo.	0.0065
Latitudo.	0.008
Altitudo aperturæ	0.003

J'ai dédié cette espèce à M. Nicolas, conducteur des Ponts et Chaussées à Avignon, au camarade d'études à qui je suis redevable de beaucoup d'utiles renseignements et de bons conseils. (Collection Caziot).

(1) J'ai fait cette description sur une coquille entière et complète; mais les dimensions de cette jolie coquille peuvent être portées de 8 à 10 millimètres de largeur et à 7,5 millimètres de hauteur, dimensions prises sur des sujets mauvais, mais de plus forte taille.

CYCLOTUS SOLARIUM, species depressa, Rognacien supérieur, les Baux. — Coquille conique, très aplatie, de petite taille, élégamment ornée de petites côtes saillantes continues, parallèles à la ligne de suture. Cinq tours de spire, gibbeux près des sutures, ayant l'aspect de demi-tores, réellement séparés; le dernier tour muni d'une carène tranchante, presque aplati à sa base, orné de quatre petites côtes saillantes, concentriques, continues, costulées *(fig. 9 et 10)*.

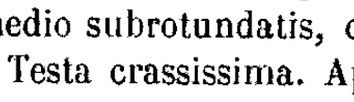


Fig. 9 et 10.

Test très épais. Ouverture circulaire. Péristome épais, solide, continu, très réfléchi. Ombilic large et profond.

Hauteur totale.	0.0035
Largeur.	0.007
Largeur de l'ouverture.	0.002

Cette espèce est bien distincte du *Cyclotus solarium* par sa carène tranchante et sa forme surbaissée; l'ombilic est aussi plus profond. Elle a pour caractéristique d'avoir sa largeur double de sa hauteur.

Testa conica, parvula, maxime complanata, eleganter parvis costis existantibus continuis, parallelis lineolæ suturæ, ornata.

Quinque anfractibus spiræ, gibbis suturarum in proximum, speciem dimidiorum tororum habentibus, distincte separatorum; ultimo anfractu carena acuta munito, ad basem pœne complanato, quatuor parvis eminentibus costulatis, in medio subrotundatis, ornato.

Testa crassissima. Apertura circularis. Peristoma crassum, solidum, continuum, maxime reflexum. Umbilicus latus et profondus.

Altitudo tota	0.0035
Latitudo.	0.007
Latitudo aperturæ.	0.002

MEGALOMASTOMA JULLIANI, Rognacien supérieur, les Baux (fig. 11 et 12). — Coquille à peine ombiliquée, pupiforme, petite, ornée de nombreuses stries fines et régulières; sa partie supérieure, brisée, ne laisse compter que cinq tours de spire très renflés (restaurée, on en compterait six à sept), croissant très régulièrement jusqu'au dernier tour, qui est légèrement remontant, celui-ci ayant une fois et demie la hauteur de l'avant-dernier tour. Suture profonde. Ouverture oblique, semi-lunaire, anguleuse au sommet (en partie brisée.)

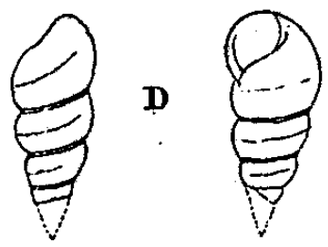


Fig. 11 et 12.

Péristome aigu, simple et épais, réfléchi.

Hauteur totale (Coquille restaurée). . .	0.02
Diamètre	0.008
Hauteur de l'ouverture	0.006
Diamètre	0.0045 (1)

Testa vix umbilica, pupiformata, parva, multis striaturis tenuibus et ordinatis ornata; summa pars ejus permittet solummodo quinque anfractus spiræ maxime convexæ numerare (testa restaurata facultas est sex aut septem numerare),

(1) Ce joli fossile a été obligeamment mis à ma disposition par M. le Dr Julian de Beaucaire et existe dans sa collection.

maxime ordinato modo crescentes, usque ad ultimum anfractum sursum tenuiter versum.

Hic anfractus æqualis uni et dimidiæ altitudini præultimi anfractus est. Profunda sutura. Apertura obliqua, semilunaris, cum angulato fastigio, ex parte fracta. Peristomate refracto, acuto, simplice et crasso.

Altitudo tota (testa restaurata)	0.02
Diametrus	0.008
Altitudo aperturæ	0.006
Diametrus aperturæ	0.0045

Note sur l'Auricula Requieni et Cyclotus solarium

CYCLOTUS SOLARIUM (fig. 13 et 14). — Je donne ici de nouveaux dessins de l'*Auricula Requieni* et du *Cyclotus solarium*, décrits et dessinés d'après de mauvais échantillons par M. Matheron, en 1842, et par M. Roule, en 1886, dans les annales de la Société malacologique. Je tiens à présenter à nouveau le dessin du *Cyclotus*, qui semble varier de dessin d'après le lieu où on le rencontre. C'est une coquille conique, aplatie, de petite taille, côtelée, ornée de côtes saillantes parallèles avec les lignes de suture, laissant apercevoir ses lignes d'accroissement très fines et très nombreuses. Cinq tours de spire, gibbeux près des sutures bombés, nettement séparés, le dernier tour légèrement caréné, orné de petites dentelures régulières et légèrement descendant vers l'ouverture; enfin, sa base, légèrement aplatie, est ornée de quatre petites côtes concentriques autour de l'ombilic, qui est peu large mais assez profond. L'ouverture est circulaire; le péristome épais, solide, continu et fortement réfléchi.



Fig. 13 et 14.

Hauteur totale.	0.004
Largeur —	0.007
Largeur de l'ouverture	0.0025

AURICULA REQUIENI. — Quant à l'*Auricula Requieni*, elle est tantôt ventrue, tantôt effilée; elle a le péristome très réfléchi, orné sur toute sa surface extérieure de stries longitudinales fines, irrégulières et plus grossièrement accusées près le péristome. Sa spire est acuminée; son test, qu'il est difficile d'apprécier, semble très épais *(fig. 15 à 18)*.

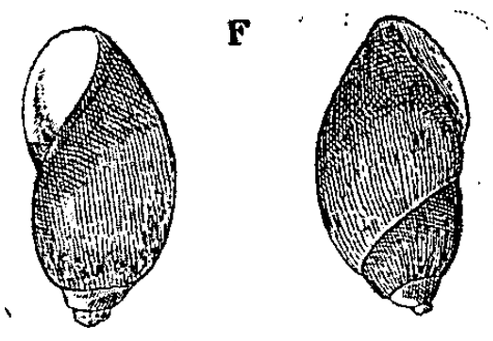


Fig. 15 et 16.

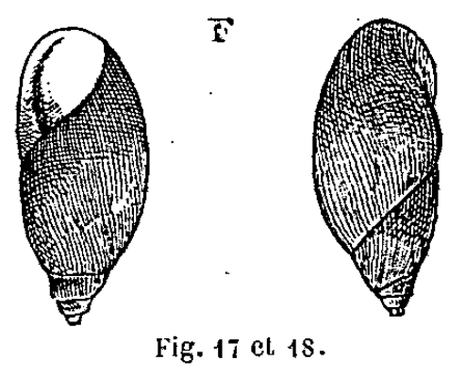


Fig. 17 et 18.

Je n'ai malheureusement jamais pu constater la présence de dents sur les nombreux échantillons adultes que j'ai brisés et, si ce n'était le facies mais surtout l'autorité d'un paléontologiste tel que M. Matheron, on serait tenté de créer un nouveau genre.

CONCLUSION

De l'exposé stratigraphique et de la disposition des couches observées sur les deux versants des Alpines, il ressort que c'est surtout à leur point terminus vers l'ouest, au bord du Rhône *(fig. 19)*, où la molasse, par son inclinaison de l'est à l'ouest, recouvre nos étages complètement, que

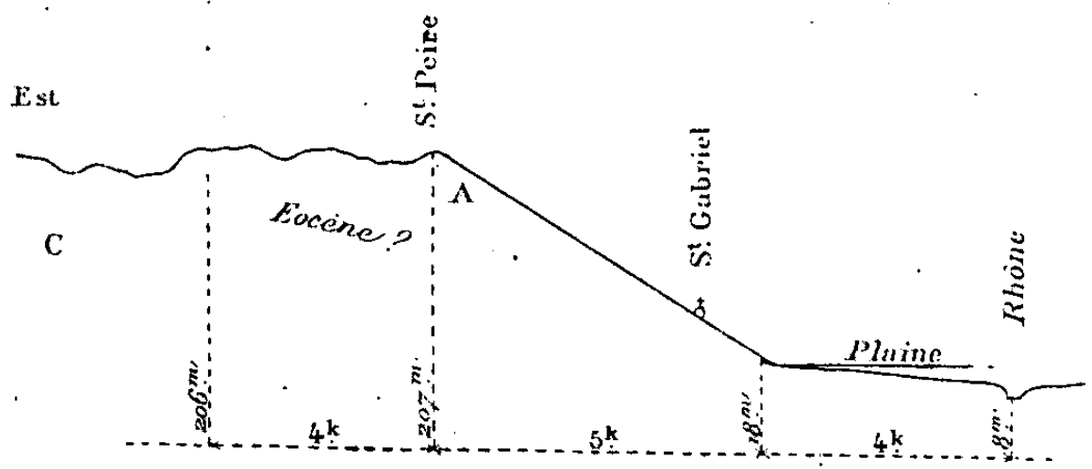


Fig. 19.

s'est fait sentir le moindre effort de soulèvement qui a tant disloqué nos couches Rognaciennes aux Baux, à environ 12 kilomètres de celle extrémité ouest; et si le versant nord voit les mêmes couches redressées fortement, elles perdent de cette inclinaison et s'étendent (1) en arrivant sur l'Orgoniena Orgon, à 18 kilomètres de Saint-Remy, où cet étage surgit au bord de la Durance qu'elle devait barrer à Cavaillon, et cela tandis que le versant sud était le plus ébranlé, le plus secoué par l'apparition de cette chaîne entre les Baux et Saint-Remy, où il s'est montré dans toute son énergie. Aussi c'est aux Baux qu'il est le plus difficile de saisir la direction de ces couches.

Pour la faune, elle emprunte des éléments qui étonnent sans doute, où la multiplicité des types que nous rencontrons donne à ce coin de terre un intérêt tout particulier, diversité qui se poursuit même jusqu'au Ligurien de Beaucaire ou Sextien, qui a donné aux recherches de MM. Jullian et Allard une importance réelle par les espèces nouvelles qu'ils y ont rencontrées : *Melania Julliani*, *Deperet*, etc., pour ne mentionner que celle-là.

Mon intention était d'assurer par d'étroites relations toute cette faune malacologique avec d'autres points actuels du globe, où leurs similaires doivent se rencontrer. Mais il nous a semblé prématuré d'établir ces comparaisons et rattacher ce passé géologique avec des groupes existant actuellement sur divers continents; en outre, il y a une grande circonspection à garder au point de vue de l'habitat.

(1) Voir la coupe de M. Collot, faite entre Orgon et Eygalières, publiée dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 3me série, t. XIX, 1891, n° 10, p. 756.

Les récentes relations de voyage nous indiquent toute la prudence qu'il faut observer et garder lorsqu'il s'agit d'établir le genre d'existence de certains mollusques; une extrême réserve se commande d'elle-même, surtout sans une série de preuves qui nous échappent et dont une attention plus spéculative nous permet d'en déduire les conditions.

Il est certain maintenant que des caractères exclusivement marins peuvent être empruntés et revêtus par des coquilles fluviatiles, comme l'indiquent certaines formes des grands lacs de l'Afrique équatoriale, et, sauf l'association qui pourrait révéler ce secret en géologie, on n'eût pas hésité à classer les étranges *Hylacantha*, les curieux *Limnotrochus*, les *Bourguignatia*, *Randobellia*, *Jaubertia*, *Lavigeria*, *Edgaria*, *Paramelania*, etc., parmi les fossiles marins, si on les avait rencontrés à l'état fossile, offrant la plus grande ressemblance avec nos *Murex Buccinum*, et Nasses de la Méditerranée.

Pour quelques autres, *Simolopsis*, l'embarras est extrême de savoir si ce genre est terrestre ou lacustre, des mêmes contrées.

Si de nos jours, on éprouve une telle indécision pour ces coquilles vivantes, on s'explique qu'une incertitude aussi grande puisse provoquer nos hésitations de la faune Rognacienne.

C'est ainsi que le *Cyclophorus Matheroni* a une forme trochoïde très prononcée et pourrait être un Paludine en l'absence d'opercule.

Une tentative de ce genre a été faite par M. Paul Oppenheim pour retrouver les similaires actuels des espèces fossiles de l'éocène du Cottentin On reste étonné de trouver tout à la fois la Nouvelle-Guinée, l'Archipel Malaisien, l'Afrique, l'Asie, le Brésil, la Chine, Pondichéry, Cuba, Tasmanie, Chili, Philippines, Iles Sandwich et Paléarctique.

M. Santiago JULIÁ

Docteur ès sciences, ex-Professeur de l'École des Arts et Métiers d'Alcoy (Espagne),
Directeur des Usines à ciments de MM. Romain Boyer et Cie, de Marseille.

SUR LES CALCAIRES CRÉTACÉS DE LA BÉDOULE

— *Séance du 24 septembre 1891* —

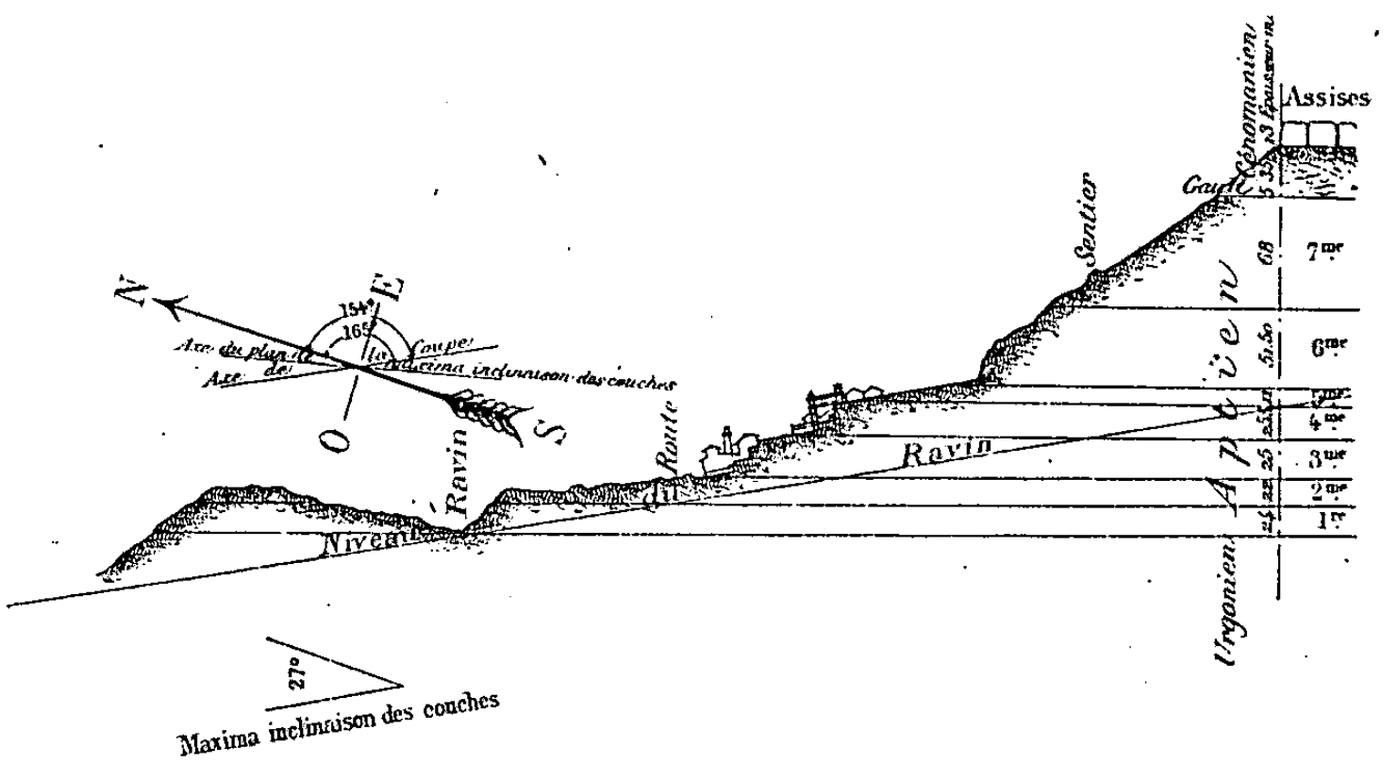
Les terrains crétacés de la Bédoule, considérés à juste titre comme classiques, sont l'objet d'une active exploitation industrielle depuis que l'ingénieur M. H. de Villeneuve donna à connaître la possibilité d'obtenir, par la cuisson directe de certaines couches de l'Aptien, soit de la chaux hydraulique, soit des ciments à prise rapide.

Ces produits ne répondant pas, par suite de la diversité dans la composition chimique des différentes couches et même des différentes parties d'une même couche, à la fabrication de produits homogènes, et les besoins toujours croissants de l'industrie exigeant de jour en jour la production de matériaux de plus en plus parfaits, la maison Romain Boyer et C^ie^, de Marseille, qui possède des usines importantes sur les terrains aptiens de la Bédoule, a eu l'idée de transformer ses anciennes méthodes de fabrication en suivant la voie indiquée par Vicat, c'est-à-dire la marche dite artificielle, fondée sur la cuisson de produits convenablement dosés dans leurs éléments constitutifs et dont les résultats sont les ciments lents à grande résistance, fabriqués depuis un certain temps à Boulogne et à Grenoble.

Les ciments artificiels à prise lente et grande résistance ne sont autre chose que des alliages dont la composition chimique doit être rigoureuse et fixée par l'expérience pour les matières premières, carbonate de chaux et argile; de là la nécessité de la connaissance parfaite des matériaux de fabrication pour apporter au mélange, avant cuisson, non seulement les proportions d'argile et de carbonate de chaux convenables, mais aussi une argile contenant, dans des proportions déterminées, les éléments silice et alumine. Pour arriver à ce résultat, la maison Romain Boyer et C^ie^ a fait dresser la coupe géologique exacte des terrains sur lesquels reposent ses usines, et analyser un à un tous les bancs de la formation aptienne; ci-après un léger aperçu de ces intéressantes études.

COUPE GÉOLOGIQUE

Le plan de la coupe géologique a été pris suivant l'axe des usines; il



est à peu près perpendiculaire à la route de la gare de Cassis à la Bédoule et forme avec le méridien un angle de 154°.

La section des terrains commence à la couche supérieure de l'Urgonien, comprend tout l'Aptien et une partie du Cénomanien.

Urgonien. — L'Urgonien se présente sous l'aspect d'un calcaire très

	ÉPAISSEUR	ASSISES	PÉTROGRAPHIE	NUMÉRO d'ordre DES COUCHES	COMPOSITION MOYENNE DES COUCHES	
					Argile totale	Carbonates
CÉNOMANIEN	13m	»	Calcaire blanc cristallin	»	»	97 »
	35m	»	Calcaires siliceux	»	10,92	89,08
			Grès calcaires.	»	55,64	44,96
			Sables jaunes.	»	98 »	»
GAULT	5m	»	Marnes grisâtres sableuses	»	50,40	49,60
APTIEN	68m	7e	Marnes argileuses noires	»	34,98	65,02
			Marnes calcaires noires	»	21,18	78,82
	51m,5	6e	Calcaires argileux bleuâtres	75 à 146	16,06	83,94
			Marnes argileuses bleuâtres		39,61	60,39
	11m	5e	Calcaires argileux bleuâtres	49 à 74	12,21	87,79
			Marnes argileuses feuilletées bleuâtres		35,82	64,18
	25m,5	4e	Marnes siliceuses compactes et friables	37 à 48	36,30	63,70
	25m	3e	Calcaire argileux compact bleuâtre .	28 à 36	11,37	88,63
	22m	2e	Calcaire argileux compact blanc . .	1 à 27	11,96	88,04
	24m	1e	Calcaire compact blanc.	»	. »	95,84
URGONIEN	»	»	Calcaire très compact blanc jaunâtre.	»	»	94,85

compact, d'un blanc jaunâtre à Requienia (chama) et sert de base à l'Aptien.

Aptien. — Celui-ci débute par une assise de calcaires compacts blancs à *Ostrea aqula*, formée de trente-trois bancs avec vingt-quatre mètres d'épaisseur; ces bancs sont très distincts les uns des autres, mais sans interposition. Leur composition se sépare peu du carbonate de chaux et, se trouvant être à peu près la même pour tous, leur étude individuelle offre peu d'intérêt.

La seconde assise de l'Aptien comporte une série de bancs calcaires sili-

ceux compacts blancs avec les mêmes fossiles que les antérieurs; l'épaisseur de cette assise est de vingt-deux mètres et comprend vingt-deux couches dont les compositions varient dans des limites peu étendues; ces couches sont assez distinctes les unes des autres, mais moins que dans l'assise précédente.

La troisième assise comprend, sur vingt-cinq mètres d'épaisseur, neuf bancs peu distincts d'un calcaire marneux compact, bleuâtre, à *Am. Fissicostatus Ancyloceras Matheroni Plicatules*, etc.

La quatrième se présente sous l'aspect de marnes siliceuses et friables, avec les mêmes fossiles caractéristiques que l'assise antérieure; sur une épaisseur de vingt-cinq mètres cinquante centimètres, il existe douze couches dont les friables répondent à une analyse légèrement plus argileuse que les compactes.

La cinquième assise est formée par une série de petits bancs de calcaire marneux entre lesquels sont intercalés des lits de marnes argileuses feuilletées, d'un aspect bleuâtre presque noir; on compte treize bancs et autant de lits interposés; dans les onze mètres d'épaisseur, on rencontre des *Belemnites semi-canaliculatus* et des *Am. Nissus Dufrenoy*, ainsi que des fossiles ferrugineux.

Dans les cinquante-un mètres cinquante d'épaisseur de la sixième assise, se trouvent des marnes calcaires et marnes argileuses plus ou moins bleuâtres avec : *Am. Cornuelianus Hamites*, et dont les différentes couches méritent une explication spéciale ; on y rencontre en suivant de bas en haut:

1° Deux bancs de calcaires argileux assez nettement séparés dont la composition diffère un peu; ils ont deux mètres cinquante de hauteur.

2° Un gros banc marneux de quatre mètres cinquante d'épaisseur dont la composition chimique des plans parallèles à la surface de repos montre trois parties ou centres plus calcaires.

3° Trois petits bancs de calcaire argileux avec intercalations de marnes argileuses ayant en tout trois mètres de hauteur.

4° Un banc de marne siliceuse à noyau de marne calcaire d'un aspect bleuâtre; il a un mètre cinquante.

5° Neuf petits bancs de calcaires argileux avec intercalations de marnes formant une épaisseur de douze mètres cinquante.

6° Un banc marneux de sept mètres de hauteur avec cinq centres de composition plus calcaire.

7° Trois bancs de calcaires argileux avec intercalations marneuses, sur quatre mètres d'épaisseur totale.

8° Un banc bleu noirâtre de marne de un mètre cinquante contenant un noyau central de calcaire argileux.

9° Dix bancs de calcaires argileux avec intercalations de marnes argileuses sur une épaisseur de quinze mètres.

La septième assise se compose de marnes noires ou grises argileuses ou calcaires alternativement avec *Belemnites semi-canaliculatus;* elle comprend cinquante-six couches sur soixante-huit mètres.

Gault. — Le Gault est représenté par une couche de cinq mètres, à peu près de marnes grisâtres sableuses, sans fossiles.

Cénomanien. — Dans le Cénomanien qui se trouve au-dessus, nous rencontrons couronnant la coupe, une épaisseur de treize mètres de calcaire blanc cristallin, de carbonate de chaux presque pur, et au-dessous des couches de calcaires siliceux et de grès calcaires alternant avec des lits de sables jaunes ferrugineux, sur une épaisseur de trente-cinq mètres.

ANALYSES CHIMIQUES

Les résultats accusés par l'analyse chimique des couches de l'Aptien peuvent se résumer comme suit :

Pour les première, deuxième et troisième assises, ils démontrent une concordance relative de composition des couches composant chaque assise : de calcaire pour la première; de calcaire argileux pour la deuxième et la troisième.

Pour la quatrième, des différences sensibles d'une couche à l'autre parmi lesquelles il en existe trois dont l'analyse accuse une disproportion entre les parties de silice et d'alumine constituant l'argile.

Pour les cinquième et sixième assises, les analyses accusent à peu près l'alternance de couches de marnes calcaires avec des marnes argileuses.

Sur le plan de la coupe, ont été inscrits les résultats des analyses moyennes de l'argile et du carbonate de chaux par assise, et pour les cinquième, sixième et septième, il y est donné l'analyse moyenne des marnes argileuses et des marnes calcaires qui les composent.

On voit qu'en tenant compte de la valeur des couches en exploitation, on a toujours en mains le moyen de corriger les dosages et qu'en se limitant à l'Aptien, si les assises supérieures sont plutôt argileuses, celles de la base sont bien calcaires, et que si on a recours à l'Urgonien ou au calcaire supérieur du Cénomanien, on a sous la main des carbonates presque purs.

Avec ces données de la science, la maison Romain Boyer et C^{ie} peut envisager l'avenir sans craindre que les matières premières viennent à lui faire défaut, surtout si on tient compte de l'épaisseur et de l'étendue des couches aptiennes dont elle est propriétaire.

M. le Dr L. TRABUT

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

UN HYBRIDE DANS LE GENRE EUCALYPTUS

— Séance du 18 septembre 1891 —

La question de l'hybridité chez les *Eucalyptus* est depuis longtemps en suspens. M. le baron Müller, l'auteur le plus compétent en eucalyptologie, ne croit pas l'hybridation possible dans ce genre. M. Naudin, qui a si bien étudié les *Eucalyptus* en Provence et en Algérie, ne cite aucun fait observé par lui et relatif à cette importante question ; mais le savant directeur de la Villa Thuret croit que bien des formes intermédiaires entre deux espèces acceptées par tous les botanistes sont, dans ce genre comme dans tant d'autres, des hybrides. Le Rd Woolls, cité par M. Naudin, affirme qu'il existe en Australie tous les intermédiaires entre *E. tereticornis* et *E. hemiphlœa* dans les lieux où ces deux arbres croissent à proximité l'un de l'autre ; les bûcherons ont nommé *hybrid box* ces variétés intermédiaires. Poursuivant, depuis quelques années, l'étude des *Eucalyptus* cultivés en Algérie, j'ai fait faire en 1886 des semis d'un *E. botryoïdes* croissant à l'hôpital civil d'Alger, au milieu d'un massif d'*E. rostrata*. Les plants provenant de ces semis étaient, pendant leurs deux premières années, très peu différents les uns des autres et assez bien caractérisés comme *E. botryoïdes*. Pendant la troisième année, je fus très surpris de voir certains individus prendre un facies différent, enfin la fleuraison puis la fructification furent aussi des sujets d'étonnement à tel point que je crus un moment à quelque méprise ; mais des semis faits en 1887, 1888 et 1889 ont donné des sujets du même type anormal et provenaient certainement de graines récoltées sur le même arbre. Après une étude attentive des individus qui ont fleuri et fructifié cette année, je suis arrivé à me convaincre que mes nombreux *Eucalyptus* polymorphes qui ne rentrent pas dans le type *botryoïdes* sont des hybrides *Botryoïdes* × *rostrata*.

La forme qui prédomine parmi ces hybrides peut, à première vue, être prise pour un *E. rudis;* mais il est facile de distinguer l'*E. rudis* de l'hybride *botryoïdes* × *rostrata* par ses feuilles du premier âge largement ovales très obtuses, par ses fruits campanuliformes, par les valves de la capsule redressées, etc., la ressemblance avec l'*E. resinifera* est bien

plus grande. Les caractères de cette nouvelle forme d'Eucalyptus, que nous proposons de dédier à M. Ramel, ardent propagateur des Eucalyptus, peuvent se résumer ainsi : EUCALYPTUS RAMELIANA; *E. botryoïdes* × *rostrata*. — Arbre à croissance très rapide se ramifiant de très bonne heure et prenant un port régulièrement pyramidal ; feuillage dense d'un vert sombre ; feuilles coriaces ovales lancéolées légèrement arquées, très aiguës, finement nerviées; les deux faces sont distinctes, la face supérieure plus luisante porte environ 70 stomates par millimètre carré, la face inférieure plus pâle porte 150 stomates par millimètre carré (chez l'*E. botryoïdes* les feuilles n'ont de stomates que sur la face inférieure, 200 par millimètre carré ; chez l'*E. rostrata*, ces ouvertures sont également réparties sur les deux faces), leur longueur est de 15 à 22 centimètres et leur largeur de 30 à 45 millimètres. L'angle de divergence des nervures secondaires est égal à 55°-60°, c'est une moyenne entre l'angle de divergence du *botryoïdes* (65-70°) et l'angle du *rostrata* (45 à 50). L'inflorescence est en ombelles axillaires portées sur un pédoncule un peu aplati sous les fleurs qui ont des pédicelles courts égalant le tube calycinal, leur nombre varie de 7 à 12, le bouton porte une opercule conique le plus souvent rostré. Le fruit, de la grosseur d'un pois, est semi-ovale avec le tube calycinal dépassant parfois la capsule qui s'ouvre à maturité par des valves dont les extrémités sont spha-célées et caduques.

Par sa vigueur, la régularité de sa forme, la densité de son feuillage, cet *Eucalyptus* mérite d'attirer l'attention ; il paraît peu exigeant. Au Jardin botanique des Écoles supérieures, dans un terrain médiocre, l'*Ebotryoïdes* × *rostrata* domine tous les *Eucalyptus* de même âge cultivés sur le même versant.

L'existence d'hybrides dans le genre *Eucalyptus* peut rendre compte du polymorphisme des *E. rostrata, tereticornis* notamment, enfin les hybrides d'*Eucalyptus* se prêteraient certainement à une sélection qui en isolerait les formes mieux adaptées à nos besoins.

M. le Dr L. QUÉLET

Lauréat de l'Académie des Sciences, à Hérimoncourt (Doubs).

QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE FRANCE (1)

— Séance du 18 septembre 1891 —

Calycella lacteola. Pruineux et *blanc de neige*. Stipe capillaire, long (0m,002). Peridium cupulaire (0m,002-3), mince, finement fimbrié au bord, enroulé en dedans par le sec. Hymenium concave. Spore ellipsoïde allongée (0mm,01-12), hyaline *(Pl. II, fig. 1.)*

Été-automne. — Sur des noyaux d'olive, naissant d'un mycélium soyeux et fauve, Alpes maritimes (Barla). Il est deux à trois fois plus gros que *cyathoidea* auquel il ressemble et est affine à *scutula*.

Phialea rosulea. Pruineux et *rosé*. Peridium obconique, cyathiforme (0m,003-4), aussi épais que large, atténué en stipe incliné, très court; chair céracée concolore. Hymenium plan puis un peu creux. Spore ellipsoïde oblongue (0mm,013-16), bi ou triocellée. *(Pl. II, fig. 2.)*

Été-automne. — Sur les chaumes pourrissants, Pyrénées. Paraît affine à *purpurascens* qui est beaucoup plus gros.

Humaria flavula. Peridium hémisphérique discoïde (0m,001-2), pulvérulent micacé, *paille*. Hymenium plan, *jonquille*. Spore ellipsoïde (0mm,01-12), biocellée, *chagrinée*. *(Pl. II, fig. 3.)*

Été. — En troupe sur la terre argileuse des forêts, Jura, Champagne. Il ressemble à *muralis* et est affine à *Chateri*, Smith, qui est orangé rouge et trois à quatre fois plus gros.

Humaria pictilis. Peridium hémisphérique puis discoïde (0m,002), incarnat briqueté, orné d'une marge membraneuse, étroite, *olive* ou *bistrée* et translucide. Hymenium plan puis ombiliqué, *aurore* puis briqueté ocreux. Spore ellipsoïde (0mm,012-14). *(Pl. II, fig. 4.)*

Automne-hiver. — En troupe sur des algues unicellulaires recouvrant des excréments humains. Environs de Lyon (Prof. J. Péteaux). N'est peut-être qu'une variété de *merdaria*, Fr. (Quél., Xe supplément, *Ass. fr.* (1880), page 12).

Lachnea solsequiia. Peridium ovoïde puis hémisphérique (0m,005-15), céracé-coriace, mince, *paille*, hérissé de poils courts, *fauves*, plus longs et *bais* au bord. Hymenium *souci*. Spore ellipsoïde (0mm,012-15), sublancéolée, biocellée *(Pl. II, fig. 5.)*

Été. — En troupe sur l'humus mêlé de charbon, dans les bois, Jura. Décrit

(1) Ce mémoire peut être considéré comme le dix-huitième supplément de l'ouvrage : *Les Champignons du Jura et des Vosges.*

sous le nom de *Humaria hybrida*, Sow. *Enchir. fungorum*, p. 284, lequel est une forme de *crinita*, Bull. Il est affine à *carneorufa*.

PEZIZA INFUSCATA. Peridium cupulaire (0m,02-3), céracé, ferme, glabre, *blanc* ou teinté de citrin. Hymenium d'un *beau brun*. Spore ellipsoïde (0mm,012-18), chagrinée, ocellée ou biocellée, hyaline. *(Pl. II, fig. 6.)*

Automne. — Sur la terre brûlée, environs de Marseille (Réguis), de Nice (Barla), de Verdun (Panau). Affine à *umbrina*, il ressemble à *repanda*.

MORILLA OLIVEA. Stipe tubuleux, floconneux, blanc crème. Peridium oblong (0m,03-6), creux, avec le bord soudé au sommet du stipe, formant des alvéoles allongés, sinueux, réticulés par des lamelles transversales, *crème olivâtre*, et des côtes flexueuses pubescentes, d'un *beau vert olive*. Spore ellipsoïde (0mm,022-24), hyaline. *(Pl. II, fig. 7.)*

Printemps. — Sur du gravier calcaire mélangé de houille, Jura; très voisin de *esculenta*.

Morilla deliciosa, Fr., var : *incarnata*, Quél.; *crispa*, Kromb., *Abb. und beschr. der Schw.*, t. V, f. 25, 26. Stipe court et grêle (0m,005-8), finement floconneux, blanchâtre. Peridium creux, avec le bord soudé au sommet du stipe, céracé, ovoïde allongé (0m,03-5), *paille-incarnat* ; côtes longitudinales, flexueuses, veloutées tomenteuses ; alvéoles allongés, ridés en travers, spore ellipsoïde (0mm,022) hyaline.

Printemps (avril). — En troupe dans les pâturages montagneux, autour des sapins, Jura.

Corticium evolvens, Fr., *Elench.*, p. 181, n'est qu'une forme jeune de *C. læve*, Pers., fréquente dans les tas de bois pourrissants. La figure 1, tab. IV des *Obs. myc.* de Fries, répond seule à *Auricularia evolvens*, Q., *Flore myc.*, p. 25.

Stereum ferruginosum, Schr. *Spic.*, répondant à S. *abietinum*, Pers., ce premier nom, plus ancien, devrait être préféré pour désigner cette espèce.

Stereum crispum, Pers. *Syn.*, *sericeum* Schrad. *Spic.*? *conchatum*, Fr. *Hym.*? Peridium étalé réfléchi (0m,01-2), onduleux, mince, soyeux, tomenteux, *grisâtre*, *sillonné* de *zones crispées* et *brunes*. Hymenium finement pubescent floconneux, *gris paille*, *rosé* au toucher. Spore ellipsoïde (0mm,01).

Été-automne. — Imbriqué sur l'écorce des conifères, Jura, Vosges, Alpes, etc. C'est une variété élégante de *sanguinolentum*, Alb. et Schw.

Guepinia peziza, Tul. *An. sc. n. Bot.*, 1853, t. XIX, p. 223-4 et 1872, t. XV, pl. IX, f. 1-4 (grossies vingt fois) est identique avec *Guepinia merulina* (Pers.), Quél., XIIe, Sup., *Ass. fr.*, 1883, p. 11.

Tremella cerasi (Schum.), Tul. *An. sc. n.*, 1872, t. XV., p. 229, pl. XI, f. 1-5, qui serait, d'après Fries, le *Bulgaria sarcoides*, Jacq. forme *coryne* (Fries, *Syst. myc.* II, p. 217), est identique à *Ombrophila rubella* (Pers.) Quél., XIe Sup. *Ass. fr.*, 1882, pl. XI, f. 17, parvenu à son extrême degré de maturité et formant un état aggloméré et concrescent de plusieurs individus de cette espèce de trémelle.

Merulius aurantiacus, Klotzsch. Peridium étalé, réfléchi en capuchon (0m,01-2), membraneux, festonné ou crispé, *tomenteux*, *blanc crème*, grisonnant. Pores petits, plissés, arrondis ou polygones (0mm,2-3), *orangés* sous une pruine blanche. Chair orangée. Mycelium soyeux et blanc. Spore ellipsoïde (0mm,007-8), pointillée, hyaline.

Automne. — Écorce de mélèze, Alpes bernoises, Trentin (Bresadola). Il paraît être une variété de *aureus*, Fr.

Merulius papyrinus, Bull., var. *cæsius*. Peridium étalé avec le bord libre,

mince, villeux et *blanc*. Hymenium ridé-aréolé, teinté de *bleu*, de *lilas* ou *d'améthyste*. Spore pruniforme allongée (0mm,008), hyaline.

Printemps. — Sur bois pourrissant, chêne, etc., Bretagne (Ménier).

Craterellus floriformis, Schæf., t. CCLXXVIII *(Elvela)*. Ce nom doit être préféré à celui de *crispus*, Sow. qui lui est postérieur.

Coprinus stercorarius, Bull., t. LXVIII, non Fr. Coprin véliforme, *hyalin-grisâtre, salé* (Bulliard), translucide et très fugace. Stipe tubuleux, allongé (0m,10-15), voilé de filaments soyeux, puis glabre. Peridium campanulé puis aplani et retroussé (0m,01-2), peluché.

Il est plus grêle et plus fugace que *fimetarius*, L., qu'il accompagne le plus souvent; *stercorarius*, Fr. paraît être une variété de *niveus*, Pers.

Paxillus vinosus, Bull., t. LIV, paraît être *leptopus*, Fr., une espèce du groupe *Tapinia*. Bulliard le rapporte à son *A. contiguus*, t. CCXL, etc., d'après Saint-Amans, *Fl. Agenaise*, p. 574.

Inocybe cervicolor, Pers. *Ic. pict.*, 1803, est une variété grêle, souvent élancée; de *pyriodora*, Pers. *Syn.* 1801. Il a le stipe couvert de fibrilles libres et recourbées qui donnent à cette variété un habitus particulier.

Cortinarius cumatilis, Fr. *Ic.*, t. CXLVI, f. 2, doit être placé, avec la variété *Daulnoyæ*, dans les *cliduchii*, à côté de *variicolor*, Pers., dont il est une espèce très voisine sinon une variété.

Dryophila humicola. Stipe grêle, fistuleux, *crème jonquille*, couvert de *mèches recourbées* et *jaune fauve* dans les deux tiers inférieurs. Peridium campanulé convexe (0m,02-3), *jonquille* pâle, couvert de fines mèches un peu redressées, *jaune fauve*; chair mince, crème jonquille, *inodore*. Lamelles adnées ou uncinées, érodées, un peu espacées, crème jonquille puis fauve doré. Spore pruniforme (0mm,011-12), jaune fauve. *(Pl. II, fig. 10.)*

Été. — Épars sur l'humus des forêts du Jura. C'est une jolie variété de *Dr. squarrosa*, Mull.

Omphalina albula. *Blanc de neige*. Stipe plein, grêle, incurvé, naissant d'un mycelium soyeux fibrilleux. Peridium ombiliqué (0m,02), membraneux, flexueux, glabre. Lamelles inégales, adnées décurrentes, à la fin crème incarnat. Spore fusoïde (0mm,01-12), finement aculéolée, biocellée, hyaline, un peu rosée. *(Pl. II, fig. 11.)*

Été. — Sur les souches réduites en humus, Jura. Affine à *scyphoides*.

Hygrophorus mesotephrus, Berk., *An. and Mag. n. h. V.* t. XV, f. 2. Stipe fibro-charnu, flexueux avec la base pointue, granulé au sommet, pruineux et *blanc*. Peridium convexe (0m,02-3), épais au centre et mince au bord, *humide, blanc* avec *mamelon bistre* ou *brun foncé*, bistré par le sec. Chair humide et blanche, sapide. Lamelles arquées décurrentes, espacées et *blanches*. Spore pruniforme (0mm,01-12), hyaline.

Automne. — Bruyères montagneuses, Jura, peu abondant. Très voisin de *niveus* dont il paraît être une variété. Il appartient à la section des *camarophylli*.

Gyrophila sulfurea, Bull., t. CLXVIII. Spore pruniforme (0mm,009), aculéolée, citrin clair.

Gyrophila elytroides (Scop.) Fr. *Flore myc.* p. 278, doit être regardé comme une variété très remarquable de *saponacea*, Fr. Il se rencontre dans le Morvan, dans les Vosges, etc., où l'on trouve toutes les formes transitoires entre ces deux espèces de Fries.

Gyrophila oreina, Fr. *Obs.*, est une variété montagneuse de *melaleuca*, Pers. *Syn.*, à stipe *blanc*. *Agaricus arcuatus*, Fr. est aussi une forme de ce dernier;

mais *arcuatus*, Bull., est une espèce bien distincte, appelée *cognatus* par Fries *(Flore myc. de France*, p. 267).

Lepiota littoralis (mesomorpha, Bull., t. DVI, f. 1). Stipe fluet, à moelle soyeuse et anneau fugace, *satinés*, *blancs* puis *incarnats* sous un voile floconneux. Peridium campanulé puis aplani (0m,015-25), mince, pubescent puis aréolé, *ocracé incarnat* avec le *mamelon fauve*. Lamelles réunies en anneau un peu écarté du stipe, *blanc crème*. Spore pruniforme (0mm,006-8), guttulée, hyaline. *(Pl. II, fig. 12)*.

Automne. — Bois de conifères de l'Ouest : Saintonge (P. Brunaud), Bretagne (Ménier). Affine à *Forquignoni* et à *clypeolaria* (formes grêles).

Lepiota echinellus, anneau *ténu*, relevé, *fugace*, *soyeux*, *blanc*, moucheté, comme le stipe, de *flocons granulés* et *brun bistre*. Quél., *Fl. myc.* p. 297.

Amanita spissa, Fr. *cinerea*, Kromb., t. XXIX, *fig. 1-5*, variété *alba*, souvent entièrement blanche, peut être prise pour *solitaria*, mais son voile n'est pas aussi floconneux, aussi épais et aussi blanc, et la chair est plus molle, plus humide, moins parfumée et moins blanche. La spore, d'ailleurs, est assez différente.

Été. — Dans les terrains sablonneux, grès bigarré et vosgien; toujours en société de *cinerea*, jamais, je crois, dans les terrains calcaires, avec *solitaria*, du moins dans le Jura.

Amanita citrina, Schæf., offre aussi une forme *alba*, *bulbosa*, Schæf., t. CCXLI; mais cette forme blanche a presque toujours un reflet citrin sur la marge, sur les arêtes des lamelles ou sur le bord de l'anneau. La forme globuleuse du bulbe muni du voile circoncis le différencie de *verna* et de *solitaria*.

Marasmius gelidus. *Hygrophane*, *incarnat blanchâtre* ou *paille*. Stipe tubuleux, fluet, souvent filiforme, tordu et strié par le sec, pruineux pubescent, cotonneux et recourbé à la base; naissant d'un mycelium étalé, soyeux et blanc. Peridium campanulé convexe puis plan (0m,01-2), membraneux, sillonné ridé, pruineux, translucide. Lamelles libres, minces, *hyalines* ou *incarnadines*. Spore pruniforme oblongue (0mm,007-8), aculéolée, hyaline. *(Pl. II, fig. 13.)*

Arrière-automne. — Groupé sur les feuilles mortes (hêtre, chêne, bouleau), Vosges. Plus grêle et moins coloré que *terginus* auquel il ressemble, il a l'aspect d'un champignon décoloré par la gelée.

Irpex pachyodon, Pers., *Myc. eur.*, II., p. 274, passe souvent par la forme d'un *Trametes* à celle de *Lenzites albida*, Fr., dont il ne serait qu'une forme atypique.

Irpex spatulatus, Fr. *(Hydnum spatulatum*, Schrad., *Spic.)*, doit plutôt être rangé parmi les *Radulum*, à côté de *orbiculare*, Fr., dont il ne paraît pas différer spécifiquement.

Trametes aneirina, Somrft. Pores plus petits que ceux de *campestris* auquel il ressemble. Spore ellipsoïde allongée (0mm,015-20), guttulée, hyaline. *(Pl. II, fig. 15.)*

Trametes serialis, Fr. Cette espèce serait mieux placée parmi les *coriolus*, entre les espèces à tubes courts et à spore oblongue et ceux à tubes longs et à spore ovoïde. Spore ellipsoïde (0mm,01-11), ocellée et hyaline. La variété *scalaris*, Pers., *Myc. Tyrol* (Bresadola).

Dædalea saligna (Fr.), Quél., est une forme adulte dont les pores, finement denticulés ou fimbriés, deviennent dédaléens. Cette forme appartient au *Leptoporus imberbis*, Bull., dont les variations ont été si souvent décrites comme autant d'espèces distinctes.

Poria floccosa, Fr. Peridium serpentant dans les fissures des écorces, *tomenteux, fauve souci*, avec une *bordure safranée*. Tubes courts (0m,001-,2); pores ronds (0mm,1-2), jaune fauve, immergés dans un mycelium fauve. Spore ellipsoïde (0mm,006), guttulée, hyaline. *(Pl. II, fig. 18.)*

Automne. — Écorce de pommier, Normandie; poirier, Bretagne (Ménier).

Poria spongiosa, Pers. *Syn.*, *megaloporus*, Pers., *Myc. eur.*, II., p. 103, *resupinatus*, *Bolt.*, *fung.*, t. 165? Coussinet (0m1-3) épais, *spongieux*, formé de strates peu adhérentes; chair mince (0m,002), *mollasse*, cannelle pâle puis brune. Tubes fins et longs (0m,01-12); pores petits, sinueux, *pubescents*, *crème* puis *bistrés*. Spore ellipsoïde (0mm,005-6), ocellée, hyaline puis paille. *(Pl. II, fig. 19.)*

Été-automne. — Bois façonné pourrissant sapin, chêne. Paraît être la forme résupinée et horizontale du *Boletus cryptarum*, Bull.

Poria xantha, Fr. *Obs.* I, p. 128. Peridium étalé, inégal (0m,1), coriace et dur, épais (0m,001-3), *blanc*. Tubes *obliques*, longs (0m,002-6) et pores arrondis, anguleux, *jonquille*. Spore ovoïde (0mm,006)? hyaline.

Automne. — Sur les pins, mélèzes, etc. — Celui des Vosges, qui est rare sur le pin sylvestre, ne me paraît pas bien distinct des formes résupinées de *Inodermus croceus*, Pers., habitant du chêne et du peuplier.

Poria viridans, Berk et *Br. An. n. h.*, n° 347. Peridium ténu, étalé, oblong (0m,01-3) avec une étroite marginelle pubescente, *blanc*. Tubes, ténus, courts (0mm,5-8); pores arrondis puis polygones, *blanc de neige* puis *vert tendre* et *olivâtres*. Spore ovoïde sphérique (0mm,006). *(Pl. II, fig. 22.)*

Été-automne. — Branches pourrissantes, charme, coudrier, etc. C'est une variété très jolie du *Poria vulgaris*.

Poria calcea, Fr. Peridium mince, ferme, d'un *beau blanc*. Pores petits, moins ténus que dans *vulgaris*, dont il paraît distinct spécifiquement.

Poria reticulata, Fr. *Ic.*, t. CXC, fig. 3, n'est pas distinct spécifiquement de *byssina*, Schrad., *Spic.*, t. III, f. 1.

Poria subtilis (Schrad.), ne peut pas être identifié avec le *Porothelium subtile*, Fr. — *Boletus subtilis*, Schrad. *Spic.*, t. III, f. 2, n'est pas un *porothelium* mais un *poria* jeune, par ex. *vitrea*, Pers. ou mieux *farinella*, Fr.

Poria terrestris, D. C., *medulla panis*, Pers., B. longissima, *subterranea*. Peridium mince, coriace à la fin, blanc de lait. Tubes courts (0mm,5-6); pores arrondis (0mm,33), pruineux, *blancs* puis *incarnats*. Spore ovoïde (0mm,006-7?) ocellée; finement aculéolée. *(Pl. III, fig. 29.)*

Été-automne. — Tapisse la terre argileuse des bois couverts, Morvan.

Poria obducens, Pers., var. *rufescens*. Peridium étalé (0m,02-6), tendre puis *induré*, cotonneux et blanc, puis *crustacé* et *cendré* ou *bistre noir*; chair ferme, formée par des strates. Tubes courts (0m,002-3), *stratifiés*, *blancs* puis *isabelle* ou *ocracés*; pores moyens, arrondis (0mm,3-4), *blanc de neige* puis *incarnat rouillé*. Spore ellipsoïde (0mm,008), ocellée, hyaline. *(Pl. III, fig. 30.)*

Automne. — Sur le chêne et le hêtre; surtout sur le cerisier et même sur le romarin (Barla). Cette espèce de *poria* pourrait être rangée parmi les *placodes*.

Leptoporus alutaceus, Fr. Peridium conchoïde ou pelté (0m,1-3), mince, zoné, *tomenteux velouté*, *ocracé souci*; chair tendre, subsubéreuse, *blanc crème*. Tubes courts (0m,001-2), *jonquille ocracé*; pores arrondis (0mm,25-30), *crème ocracé*. Spore ovoïde pruniforme (0mm,004), hyaline.

Automne. — Suspendu à des planches de sapin, Jura. Me paraît être une variété de *imberbis*, Bull.

Leptoporus cervinus. Peridium étalé réfléchi (0m,03-6), *tomenteux*, *chamois*

avec une bordure *blanc crème;* chair (0m,003-0m01), tendre, mais coriace, *blanche* avec des zones hyalines, insipide. Tubes fins, blanc crème; pores arrondis pentagones, pruineux, *blanc glauque.* Spore ovoïde subsphérique (0mm,006), hyaline. *(Pl. III, fig. 32.)*

Automne. — Sur les peupliers et les saules, Fontainebleau. Paraît très voisin de *testaceus*, Fr.

PHELLINUS PECTINATUS, Klotzsch? var. *jasmini, (pullus*, Berk et Mont. *Dec. fung.* n° 13). Péridium conchoïde (0m,01-3), flexueux, festonné, lobé, orné de *plis concentriques* et *imbriqués,* hérissés de *poils frisés* et *caduques, brun rouillé* puis *bai bistre*; chair mince (0m,001-3), floconneuse subsubéreuse puis dure, *fauve brun.* Tubes fins, courts (0m,001-2), souvent stratifiés; pores arrondis, petits (0mm,2), pruineux, *fauves* puis cannelle,plus pâles au bord. Spore ovoïde (0mm,005-6), paille. *(Pl. III, fig. 33.)*

Automne. — Imbriqué sur les jasmins secs, *Jasmin frutescens,* à Nice (Barla). Ce petit polypore est une espèce bien distincte de *Phellinus versatilis*, Quél. *Ass. fr.*, 1889, p. 5, *pectinatus, Enchir.*, p. 173, *conchatus, Ch., Jur. et Vosg.*, I, p. 264; t. XVII, f. 5.

Phellinus salicinus, Pers. Spore ovoïde sphérique (0mm,005-6), *hyaline,* devenant paille ou fauve.

Placodes resinosus, Schrad., *Spic.* (Bol. n° 33). Très bien décrit par Schrader comme un champignon particulier au hêtre, il a été confondu par Fries avec *benzoinus*, Wahlnb., *fuliginosus,* Scop., espèce plus amie des conifères. De là le nom de *advena,* donné selon l'avis de Fries, *Champ. du Jura et des Vosges*, I, pl. XIX, f. 1, en 1870, et celui de *Ganoderma Pfeifferi,* Bres., *Soc. myc. de France*, t. V, fasc. 3, p. 70, en 1890.

Placodes rubiginosus, Schrad., *Spic.* (Bol. n° 28) 1794. « Pileo farinaceo rubiginoso; *farina rubiginosa difficile detergenda consperso.* » Ce nom doit être préféré, comme plus descriptif et antérieur, à celui de *applanatus,* Pers. *Obs. myc.* (1796). Fries regardait le *rubiginosus*, Schr., comme la forme sitaneus de son *resinosus*, par suite d'une double confusion.

LEUCOPORUS PETALOIDES, Fr. Stipe excentrique ou sublatéral, ascendant, grêle et court (0m,003-4), *blanc crème,* sillonné et bistre à la base *dilatée* en *disque.* Peridium orbiculaire (0m,015-25), glabre, ruguleux et enroulé au bord, *châtain* puis *bai;* chair mince (0mm,4-6), coriace, molle puis indurée, blanche. Tubes très courts (0mm,4-5), blancs, décurrents jusqu'au bas du stipe; pores arrondis puis pentagones, petits (0mm,25), fimbriés à la loupe, pruineux, *blancs* puis crème. Spore pruniforme oblongue (0mm,007-8), hyaline. *(Pl. III, fig. 34.)*

Allemagne (Bresadola). Affine à *leptocephalus* et à *calceolus*.

CALOPORUS FUSCOPELLIS. Un polypore (1) récolté en Touraine et rapporté à *quercinus*, Schrad., par mon ami Boudier, m'a paru d'abord être *helveolus*, Rostk. et *flabellatus*, Schulz. et Bres.; puis, avec beaucoup plus de probabilité, *Hausmanni*, Fr. *Hym.*, p. 552, espèce originaire du Tyrol et dont la diagnose est insuffisante (2). Après l'examen d'un nouveau spécimen plus frais, je trouve qu'aucune des descriptions de ces quatre espèces ne lui convient, et, que partant d'un caractère saillant, il est plus naturel de substituer le nom spécifique — celui

(1) Ce polypore ne répond ni à la description de *quercinus,* Schrad., ni aux figures citées par Fries, *Hym. eur.* : *suberosus,* Kromb, t. V, f. 3-5, et t. XLVIII, f. 11-14, qui représentent des formes d'*incanus*, Quél., *Fl. myc.*, p. 397.

(2) *Spongioso, hirsuto, umbrinofusco,* dimidiatosessili; intus *pallido.* Poris *majusculis,* subangulatis, profundis, *pallidis.*

du genre restant douteux — de *fuscopellis* à celui de *helveolus*, Rostk., Quél., *Ass. fr.*, 1889, p. 5. *(Pl. III, fig. 35.)*

Clavaria Daulnoyæ (1). Clavule (0m,03) épaissie et arrondie au sommet (0m,003-5), pleine puis *creuse*, pruineuse, *gris clair* puis un peu bistrée, atténuée en stipe grêle et de même longueur, glabre, *blanchâtre*, villeux et blanc à la base. Chair tendre, fragile et blanche. Mycelium étalé, cotonneux et blanc. Spore ellipsoïde (0mm,008-9), pointillée, hyaline. *(Pl. III, fig. 36.)*

Automne. — Cespiteux connés sur l'humus gazonné des bois argilo-siliceux de la Nièvre (Mme V. Daulnoy). Il a la forme de *ericetorum* et est affine à *falcata*.

Ramaria stricta, Pers. Tronc grêle et rameaux dressés *ocracés*, tachés de *bai purpurin* par le froissement. Spore pruniforme oblongue (0mm,01) aculéolée, paille.

Automne. — Nièvre (Mme Daulnoy), Trentin (Bresadola).

Ramaria amethystina, Batt. (*purpurea*, Schæf.). La spore ovoïde, allongée (0mm,01-12), d'abord hyaline puis grenelée, citrine ou paille. *R. rufoviolacea*, Barl. et *R. fennica*, Karst., semblent être des formes décolorées de *R. amethystina*. *R. lilacina*, Quél., *Fl. myc.* Spore ellipsoïde (0mm,005-8), hyaline, peut être considéré comme une espèce distincte de ce dernier.

TABLE SYSTÉMATIQUE DES ESPÈCES (1)

	Pages.		Pages.
Calycella* lacteola	464	*Amanita* alba*	467
Phialea* rosulea	464	Marasmius* gelidus	467
Humaria* flavula	464	*Irpex pachyodon*	467
Humaria* pictilis	464	*Radulum spatulatum*	467
Lachnea* solsequiia	464	*Trametes aneirina*	467
Peziza* infuscata	465	*Coriolus serialis*	467
Morilla* olivea	465	*Dædalea saligna*	467
Morilla incarnata*	465	*Poria floccosa*	468
Corticium evolvens	465	*Poria spongiosa*	468
Stereum ferruginosum	465	*Poria xantha*	468
Stereum crispum	465	*Poria viridans*	468
Guepinia peziza	465	*Poria calcea*	468
Tremella cerasi	465	*Poria subtilis*	468
Merulius aurantiacus	465	*Poria reticulata*	468
Merulius cæsius*	465	*Poria terrestris*	468
Craterellus floriformis	466	*Poria rufescens*	468
Coprinus stercorarius	466	Leptoporus alutaceus	468
Paxillus vinosus	466	Leptoporus* cervinus	468
Inocybe cervicolor	466	*Phellinus jasmini*	469
Cortinarius cumatilis	466	*Phellinus salicinus*	469
Dryophila humicola*	466	*Placodes resinosus*	469
Omphalina* albula	466	*Placodes rubiginosus*	469
Hygrophorus mesotephrus	466	Leucoporus petaloides	469
Gyrophila sulfurea	466	Caloporus* fuscopellis	469
Gyrophila elytroides	466	Clavaria* Daulnoyæ	470
Gyrophila oreina	466	*Ramaria stricta*	470
Lepiota littoralis	467	*Ramaria amethystina*	470
Lepiota echinellus	467	*Ramaria lilacina*	470

(1) Dédié à Mme V. Daulnoy, en souvenir d'agréables relations botaniques.
(2) Les espèces ou variétés nouvelles sont marquées d'un astérisque.

EXPLICATION DES FIGURES (Pl. II et III).

1. Calycella lacteola.
2. Phialea rosulea.
3. Humaria flavula.
4. Humaria pictilis.
5. Lachnea solsequiia.
6. Peziza infuscata.
7. Morilla olivea.
8. Morilla conica, *Ench.*, p. 271.
9. Inocybe pannosa, *Fl. myc.*, p. 108.
10. Dryophila humicola.
11. Omphalina albula.
12. Lepiota littoralis.
13. Marasmius gelidus.
14. Trametes bombycina, *Flore myc.*, p. 371.
15. Trametes aneirina, *id.*, p.371.
16. Trametes isabellina, *id.*, p. 370
17. Trametes mollis, *id.*, p. 371.
18. Poria floccosa.
19. Poria spongiosa.
20. Poria collabens, *Flore myc.*, p. 379.
21. Poria purpurea, *id.*, p. 380.
22. Poria viridans.
23. Poria farinella, *Flore myc.*, p. 383, vu à la loupe.
24. Poria mucida, *id.*, p. 382.
25. Poria vaporaria, *id.*, p. 383.
26. Poria vitrea, *id.*, p. 383.
27. Poria sanguinolenta, *id.*, p. 381.
28. Poria radula, *id.*, p. 383.
29. Poria terrestris.
30. Poria rufescens.
31. Poria callosa, *Fl. myc.*, p. 382.
32. Leptoporus cervinus.
33. Phellinus jasmini.
34. Leucoporus petaloides.
35. Caloporus fuscopellis.
36. Clavaria Daulnoyæ.

M. le Dr L. TRABUT

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

REPRODUCTION DE FEUILLES PAR PHYTOTYPIE ET HÉLIOGRAVURE

— Séance du 19 septembre 1891 —

De nombreuses tentatives ont été faites pour obtenir des dessins de feuilles au moyen d'empreintes données par les nervures de la feuille.

Cependant, dans les ouvrages de botanique, on ne trouve pas de clichés présentant la rigoureuse exactitude et les détails d'une image donnée par la feuille elle-même.

Ayant à dessiner de nombreuses feuilles pour une étude sur les chênes de l'Algérie et aussi pour un *Précis de Botanique médicale*, j'ai cherché à obtenir des empreintes susceptibles d'être le point de départ de photogravures; j'y suis arrivé très facilement en procédant de la manière suivante :

Les feuilles à reproduire, choisies, séchées et bien comprimées, sont encrées sur la face inférieure au moyen d'un rouleau de peau de chamois, puis d'un rouleau de gélatine; l'encre employée est celle vendue avec les appareils *Autocopist;* il faut surtout éviter de trop encrer.

La feuille ainsi préparée est placée sur un carton fin glacé, puis recouverte d'un bristol et passée à la presse lithographique à cylindres ou simplement à la presse à glacer des photographes, avec une pression que l'on apprend vite à mesurer. L'image obtenue doit être nette, avec toutes les nervures fidèlement reproduites. Le carton glacé permet de donner quelques jours au moyen du grattoir et, après quelques retouches, s'il y a lieu, cette épreuve est donnée à l'héliogravure. L'héliograveur peut réduire l'image primitive d'un tiers sans qu'elle perde la finesse des détails. (Pl. IV) (1).

Ce procédé, très simple, me paraît susceptible de rendre quelque services. Les impressions de feuilles à l'encre grasse peuvent aussi être faites directement sur zinc préparé et donner alors de bonnes lithographies sur zinc.

Les publications d'iconographies faites en vue d'études paléontologiques gagneraient en précision en même temps qu'elles deviendraient d'une exécution facile si les dessins en étaient exécutés par la phytotypie.

M. C. SAUVAGEAU

Professeur au Lycée de Bordeaux.

SUR LA RACINE DES CYMODOCÉES

— Séance du 19 septembre 1891 —

J'ai eu récemment l'occasion d'étudier en détail les caractères anatomiques de la tige (2) et de la feuille (3) des différentes espèces des genres *Cymodocea* et *Halodule* que M. Ascherson a réunis dans la famille des Cymodocéées. Précédemment, j'ai décrit la racine du *Cymodocea æquorea* (4). L'objet de la présente Note est de compléter ce que j'ai dit à propos de cette dernière et d'étendre l'étude anatomique à la racine des autres espèces de la famille, pour que les différents organes végétatifs de ces plantes soient connus à un égal degré.

(1) Les clichés qui composent cette planche ont été gracieusement mis à notre disposition par M. G. Masson, éditeur à Paris.

(2) C. Sauvageau. Sur la tige des Cymodécéées Aschs. *(Journal de Botanique,* 1891).

(3) C. Sauvageau. Observations sur la structure des feuilles des plantes aquatiques *(Idem,* 1890); Sur la feuille des *Halodule* et *Phyllospadix (Idem,* 1890); Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques *(Ann. Sc. nat. Bot.* 7e sér., t. XIII, 1891).

(4) C. Sauvageau. Contribution à l'étude du système mécanique dans la racine des plantes aquatiques: les *Zostera, Cymodocea* et *Posidonia (Journal de Botanique,* 1889).

Les racines du *C. æquorea* (1) naissent sur la tige un peu au-dessous du nœud; elles sont longues, ramifiées, et leur diamètre peut dépasser 3 millimètres; ce sont les plus grosses parmi les *Cymodocea*. L'assise pilifère est formée de cellules grandes et à parois minces dont l'existence est assez éphémère, et que l'on rencontre seulement sur les racines jeunes; vue de face, elle ressemble beaucoup à l'assise pilifère du *Najas major* (2) *(loc. cit., fig. 1)*, c'est-à-dire qu'elle est formée de cellules allongées non pilifères, et de cellules très petites qui se prolongent directement en poil. En coupe transversale ou longitudinale, ces cellules pilifères pénètrent légèrement dans l'exoderme, et leur base, au lieu d'être à cheval sur deux ou trois cellules sous-jacentes, est souvent limitée par une paroi plane; il en résulte l'aspect qui a été fort bien représenté par M. Bornet *(loc. cit., pl. 11, fig. 2)*, mais qui l'a induit en erreur, puisqu'il a considéré les poils comme sortant de l'assise sous-épidermique *(loc. cit.*, p. 43).

Une coupe longitudinale du sommet de la racine montre qu'au début toutes les cellules de l'assise pilifère sont égales entre elles, mais elles ne tardent pas à se différencier, d'une part, en cellules qui restent étroites, deviennent coniques et qui se développeront en poils, et, d'autre part, en cellules qui suivent l'allongement de la racine et ne produisent pas de poils; le tout est exactement comparable à ce qui se passe chez le *Najas (loc. cit., fig. 3)*. Comme dans le *Najas* aussi *(loc. cit., fig. 2)*, mais à un degré moindre, en même temps que les cellules pilifères s'allongent en poil, leur base s'élargit un peu, et par conséquent elles s'implantent plus solidement que leurs congénères sur l'assise sous-jacente. La cellule de l'exoderme, située au-dessous de la base d'un poil, reste presque toujours plus courte que les autres cellules de la même assise (Bornet, *loc. cit., pl. 11, fig. 2)*, et il est à noter que c'est la paroi de séparation entre la base du poil et la cellule sous-jacente qui se subérifie la première, avant les autres parois de la même cellule et aussi avant les autres cellules de la même assise.

Les cellules de l'assise pilifère qui ne se prolongent pas en poil tombent de très bonne heure, mais les cellules pilifères persistent plus longtemps; c'est un fait que j'ai constaté chez la plupart des espèces de *Cymodocea* et chez les *Halodule*, et que j'ai signalé antérieurement chez les *Najas*, les *Potamogeton* et les *Zostera (loc. cit.)*; il est donc permis de conclure que, chez un bon nombre de Monocotylédones aquatiques, les cellules de l'assise pilifère qui sont prolongées en poil ont une existence plus longue que les autres cellules de la même assise.

(1) Ed. Bornet. Recherches sur le *Phucagrostis major* Cavol. *(Ann. Sc. nat. Bot.*, 5e sér. t. I, 1864, p. 5-52, 11 pl.). — P. Duchartre. Quelques observations sur les caractères anatomiques des *Zostera* et *Cymodocea*, à propos d'une plante trouvée près de Montpellier. *(Bull. Soc. Bot.* Fr., t. XIX, 1872, p. 282-302).

(2) C. Sauvageau. Sur la racine du *Najas*. *(Journ. de Bot.*, 1889.)

L'écorce montre en coupe transversale trois régions très nettes. La zone externe, dense, est limitée, après la chute des poils, par l'assise subéreuse, dont la subérification se fait sur tout le pourtour des cellules, après avoir débuté comme il a été dit plus haut. Sur les parties âgées des racines, toutes les cellules subéreuses s'épaississent en U ou mieux en V *(loc. cit., fig. 2)*. L'épaississement, qui s'arrête presque toujours sur les parois radiales avant d'atteindre la région externe, reste cellulosique ou se lignifie totalement ou partiellement.

Au-dessous est une couche, d'autant plus importante que la racine est plus grosse, de cellules larges, collenchymateuses, dont un assez grand nombre sont remplies d'un contenu jaune-brun tannifère. Dans cette espèce et dans les suivantes, les éléments sécréteurs se trouvent aussi dans l'assise pilifère, parmi les cellules qui ne se prolongent pas en poil, dans les autres zones de l'écorce et dans le parenchyme du cylindre central.

La zone moyenne est formée de files radiales de cellules, limitant des lacunes également radiales. Sur les racines jeunes, cette zone moyenne n'est pas différenciée et fait partie de la zone interne, à cellules régulièrement disposées en rangées concentriques et radiales. C'est seulement lorsque les éléments de la zone externe se développent davantage, s'agrandissent, que ces cellules se désunissent radialement, se décollent, pour suivre l'accroissement de la racine en épaisseur.

L'endoderme *(fig. 1)* n'épaissit point ses éléments quel que soit l'âge de la racine; en coupe longitudinale, les plissements de ses parois radiales sont très serrés et extrêmement nets. Le cylindre central, très étroit par rapport à l'écorce, montre un péricycle bien caractérisé, dans lequel sont taillés les tubes criblés *(t, t, fig. 1)*, toujours isolés, contigus à l'endoderme, à section pentagonale et à contenu très aqueux. Leur nombre, qui atteint une dizaine dans les grosses racines, se réduit à trois ou quatre dans les radicelles étroites. Ces tubes criblés, isolés et péricycliques, se retrouvent avec les mêmes caractères chez les autres *Cymodocea* et les *Halodule;* je les ai cités également autrefois dans les différentes espèces de *Najas*, *Posidonia*, *Potamogeton* et *Zostera (loc. cit.)* (1).

Les cellules du péricycle qui ne sont ni des tubes criblés, ni des cellules contiguës aux tubes criblés, se remarquent sur les coupes transversales par un contenu plus dense que celui de tous les autres éléments du cylindre central; en coupe longitudinale, elles sont également faciles à reconnaître, car, tandis que les autres cellules du cylindre central sont plusieurs fois plus longues que larges, elles sont, au contraire, courtes, et même parfois plus larges que longues; ces caractères particuliers correspondent probablement à des fonctions spéciales, mais que je n'ai pas dé-

(1) Voir aussi H. Schenck, *Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. (Bibliotheca botanica,* 1886.)

terminées. Bien que M. Bornet n'ait pas mentionné l'existence de ces cellules, il les a cependant dessinées, de même que l'endoderme, sur la figure 3 de la planche 11 *(loc. cit.)*.

Les vaisseaux vrais, à parois ornées d'épaississements lignifiés, font complètement défaut; ils sont remplacés par des sortes de canaux vasculaires *(v, v, fig. 1)* très régulièrement disposés en alternance avec les faisceaux libériens et situés immédiatement au-dessous du péricycle. Souvent une seule file de cellules constitue le canal, à parois légèrement convexes, par suite de la légère saillie des cellules contiguës; mais, parfois, le canal est formé par la réunion de deux ou trois files de cellules dont les parois communes ont disparu ou sont en voie de disparition, et son contour devient ainsi très irrégulier. Ces canaux vasculaires sont dépourvus d'ornements pendant toute leur existence; sur les coupes de parties très jeunes, alors que toutes les cellules conjonctives sont remplies d'un protoplasme dense, ils paraissent déjà vides, ou tout au moins leur contenu est très aqueux. Ils se transforment cependant en vaisseaux au point d'insertion des radicelles, comme M. Bornet l'a figuré *(loc. cit., pl. 11. fig. 1, 2, 3)*. On les rencontre aussi à la base des radicelles même âgées, où ils forment, dans la racine mère, sur une hauteur qui ne dépasse pas la largeur de la radicelle, de petits faisceaux formés d'articles courts, à ornements spiralés non déroulables ou spiro-réticulés.

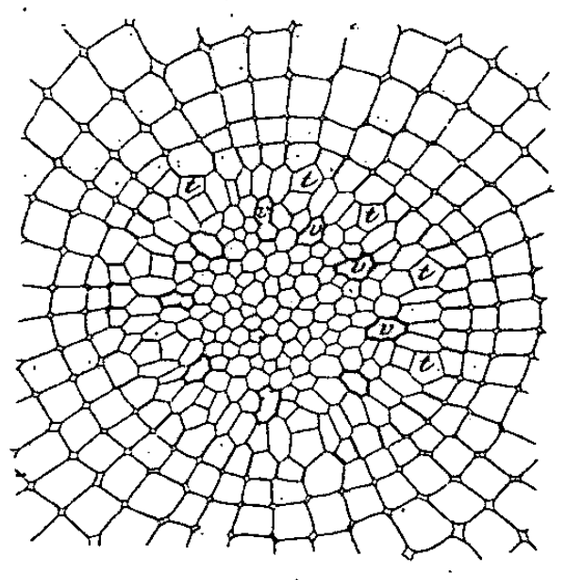


Fig. 1.

La moelle, d'autant plus développée que la racine est plus large, forme un massif de cellules dont les parois intimement réunies sans méats, restent toujours cellulosiques. Le plus souvent, une ou plusieurs de ses cellules sont sécrétrices.

Les racines du *C. rotundata*, plus grêles que celles du *C. æquorea*, possèdent tout à fait la même structure, avec une différence cependant : l'endoderme s'épaissit, tout en restant cellulosique, tandis que l'exoderme reste à parois minces, subérifiées et plissées.

Il en est de même dans le *C. serrulata*, où j'ai constaté de plus que les cellules endodermiques contiguës aux tubes criblés étaient non seulement épaissies, mais aussi totalement lignifiées; les lacunes vasculaires du cylindre central sont relativement grandes. Les cellules pilifères sont beaucoup plus larges que les autres cellules de la même assise et elles s'enfoncent plus dans l'exoderme que chez les deux espèces précédentes.

Les racines des *C. isoetifolia* et *C. manatorum* sont filiformes; on y retrouve cependant les mêmes régions que précédemment, et, bien que

le cylindre central soit très étroit, il conserve quelques cellules représentant la moelle. L'assise pilifère, à grandes cellules, semble, en coupe transversale, identique à celle du *C. æquorea;* mais, vue de dessus, elle en diffère : les cellules qui se prolongent en poils, au lieu d'être étroites, arrondies, ont presque les mêmes dimensions que leurs voisines, et c'est près de l'une de leurs extrémités qu'elles émettent un poil cylindrique.

Les racines du *C. ciliata* sont dures, ligneuses, ramifiées, plus ou moins tortueuses; elles possèdent la même structure fondamentale que chez les espèces précédentes, mais avec quelques particularités. L'assise pilifère est formée de cellules très étroites, à paroi extérieure fortement épaissie et cutinisée *(fig. 2)*, mais les cellules pilifères sont beaucoup plus larges que leurs congénères; vue de dessus, elle se compose de cellules étroites, allongées, rectangulaires, à parois lignifiées, et de cellules larges, ovales, peu ou point lignifiées, et le poil qui les prolonge s'insère en leur milieu. Il résulte de sa constitution que l'assise pilifère, à l'inverse de ce qui se passe chez les autres *Cymodocea*, n'est pas caduque, on la retrouve sur toutes les racines en bon état, quel que soit leur âge; mais à un certain moment, l'assise se lignifie totalement, y compris la base des poils qui persiste. J'ai déjà signalé chez une autre plante aquatique, le *Posidonia Caulini*, l'existence d'une assise pilifère lignifiée persistante *(loc. cit.)*

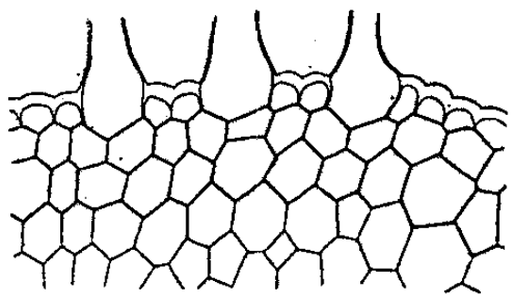


Fig. 2.

La zone externe de l'écorce se lignifie sur toute son étendue; avant même cette modification, l'assise subéreuse est mal caractérisée; son rôle serait d'ailleurs peu important, par suite de la persistance et de la lignification de l'assise pilifère. La zone lacuneuse reste cellulosique. Quels que soient le diamètre et l'âge des racines que j'ai examinées, je n'ai jamais rencontré, dans la zone interne, plus de deux assises épaissies et lignifiées : l'endoderme et l'assise sus-endodermique, qui forment un anneau résistant, sans places perméables.

Le cylindre central est construit sur le même type que celui du *C. æquorea*, mais la structure y est plus dégradée; les tubes libériens y sont moins bien encadrés par les cellules voisines, et ils sont relativement peu nombreux.

La persistance de l'assise pilifère à éléments lignifiés est donc, dans cette espèce, une particularité frappante; en étudiant la structure de la tige, nous avons déjà constaté *(loc. cit.)* que le *C. ciliata* s'éloignait des autres espèces du genre; nous pourrions aussi insister sur le développement du système mécanique dans cette espèce, comme nous l'avons déjà fait à propos de la tige et de la feuille.

Les racines du *C. antarctica* sont ramifiées et ligneuses comme celles

du *C. ciliata*, mais à un degré moindre; les exemplaires que j'ai examinés avaient perdu leur assise pilifère. La zone corticale extérieure est assez puissante, et ses cellules sont légèrement épaissies; la zone moyenne est ici remarquable, elle constitue bien une zone indépendante, car, au lieu d'être formée de files de cellules isolées par décollement radial, elle possède la même structure que dans la tige, avec de nombreux canaux aérifères plus ou moins circulaires; par l'origine des lacunes corticales, le *C. antarctica* s'éloigne des autres espèces du genre. La zone interne, assez réduite, se termine par un endoderme uniformément épaissi et lignifié. Le cylindre central ne présente rien de particulier.

L'*H. uninervis* et l'*H. Wrightii* ont des racines très grêles, filiformes; leur structure est tout à fait semblable à celle d'une fine radicelle de *C. æquorea*. Le cylindre central peut être extrêmement réduit; je l'ai trouvé plusieurs fois composé seulement de 9 cellules; 2 cellules péricycliques cloisonnées tangentiellement pour former chacune un tube criblé, 5 cellules péricycliques non modifiées et une lacune axile due à une unique cellule, à parois convexes; autrement dit, tout le cylindre central se réduit à une cellule directement entourée par le péricycle. Souvent, cependant, son diamètre est un peu plus large, et il renferme trois ou quatre tubes criblés et une moelle extrêmement réduite.

Malgré des différences résidant surtout dans l'assise pilifère *(C. ciliata)* ou dans la zone lacuneuse *(C. antarctica)*, la racine des *Cymodocea* et *Halodule* présente donc chez les différentes espèces une grande uniformité de structure.

M. Ernest MALINVAUD

Secrétaire général de la Société botanique de France, à Paris.

LES CHARACÉES DU DÉPARTEMENT DE LA HAUTE-VIENNE, D'APRÈS L'HERBIER D'ÉDOUARD LAMY DE LA CHAPELLE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Poursuivant l'examen des genres critiques dans l'herbier d'Édouard Lamy de la Chapelle (1), j'ai dressé cette année la liste suivante des Characées :

(1) Voyez, dans les comptes rendus du Congrès de Limoges (1890), le Mémoire intitulé : *Trois genres critiques de la flore du Limousin ; Rosiers, Ronces et Epervières de la Haute-Vienne, d'après l'herbier d'Edouard Lamy de la Chapelle*, par M. Ernest Malinvaud.

CHARA FRAGIFERA DR. — Étang du Moulin-Bâti, près de la gare de Bussière-Galant ; dans l'étang de l'Age, près de la gare de Fromental.

CHARA FRAGILIS Desv., var. *delicatula* Braun *(Ch. pulchella* Wallm.), form. *bulbillifera* Br. — Dans l'étang des Planchettes, au Riz-Chauvron. RR.

— var. *barbata* Gauterer (à stipules développées). — Au fond du petit ruisseau qui traverse les roches de serpentine de la Roche-l'Abeille.

— var. *longibracteata* Braun, form. *longifolia*. — Roches de serpentine de la Roche-l'Abeille, dans un ruisseau. C. en cet endroit.

— var. *brevibracteata* Braun, form. *capillacea (Ch. capillacea* Thuill.). — Dans un petit étang, près de la forêt du Défend, au village de la Broue.

L'herbier Lamy renferme le *Chara fragilis* type provenant des marnières de Lathus (Vienne).

CHARA CORONATA Ziz. — Sur le sable dans l'étang de Cieux C. ; dans les étangs au Riz-Chauvron ; étang de Muret à fond sablonneux ; dans des flaques d'eau peu profondes au bord de l'étang de Lapouge.

Cette espèce est le *Chara Brannii* Gmel. de la *Flore du centre de la France ;* sa découverte au Riz-Chauvron appartient à M. l'abbé Chaboisseau.

NITELLA POLYMORPHA Hy, spec. nov., var. *arvernica* Hy *(N. arvernica* Hy ad amicos). — Dans la rigole d'un pré, au voisinage d'un petit étang situé à côté de la route de Bellac au Dorat ; dans un pré au-dessous de Saint-Basile ; prés à Saint-Priest-sous-Aixe ; à Laugères, commune de Royère, près de Saint-Léonard ; dans le grand pré de la Quintaine.

— var. *Lamyana (N. Lamyana* Hy ad amicos). — Dans la pièce d'eau du jardin du Treuil, à Saint-Martial, près de Limoges ; étang de la Lande, près de Nexon ; dans une petite pêcherie qui avoisine l'étang de Cousson, à un kilomètre du château de Bort.

Ce groupe est de beaucoup le plus obscur de toute la famille, et, par surcroît, le mauvais état des échantillons qui le représentent dans l'herbier Lamy en rend l'étude encore plus laborieuse et le résultat incertain. Les dénominations et l'arrangement systématique précédents sont empruntés à M. l'abbé Hy, d'Angers, qui élabore en ce moment une revision des Characées françaises. Toutefois, ce savant monographe, que je ne saurais trop remercier de ses bienveillantes communications, n'a pas terminé son important travail, et les questions très litigieuses relatives aux affinités véritables des *Nitella arvernica* et *Lamyana* ci-dessus ne me paraissent pas définitivement résolues. Boreau, consulté sur ces deux formes, rapportait, l'une au *Nitella gracilis* Ag. et la seconde, soit au *N. gracilis*, soit au *N. mucronata* var. *heteromorpha* Braun. La valeur du premier de ces rapprochements serait discutable ; mais les deux autres, surtout le dernier, étaient manifestement erronés.

NITELLA TRANSLUCENS Ag. — Dans des flaques d'eau assez profondes, près de la forêt de Saint-Priest-sous-Aixe; étang de l'Age, près de la gare de Fromental; grand étang de Muret; étang de Cieux.

NITELLA FLEXILIS Ag. — Dans une pêcherie entre la Meyze et la Roche-l'Abeille; pêcherie d'un pré à Juriol; dans un ruisseau, au bord de la forêt de Ballerand, près de Marval; étang de la Lande, près de Nexon; dans un petit ruisseau près de Vernout, à deux lieues de Bourganeuf; mêlé à l'*Alisma natans* dans un petit ruisseau qui se jette dans l'étang de Rouffignac, près de Magnac-Bourg.

La forme récoltée dans cette dernière localité se rapproche de la var. *Brongniartiana* par ses feuilles fertiles, la plupart fourchues. Les échantillons provenant de l'étang de la Lande étaient rapportés par Boreau au *N. syncarpa* Kütz., et ceux de la localité voisine de Vernout avaient été nommés *N. capitata* Ag. par Durieu de Maisonneuve.

Le *Nitella flexilis* est fréquemment stérile dans la Haute-Vienne, et, dans cet état, difficile à distinguer du *N. opaca* Ag. avec lequel Boreau, notamment, l'a souvent confondu. M. l'abbé Hy, auquel j'ai communiqué ces formes équivoques, rattache au *N. flexilis* des échantillons stériles provenant des localités suivantes : Dans un étang près de Saint-Hilaire-Lastours ; étang du Breil, près de Peyrat ; dans le ruisseau qui alimente l'étang d'un moulin près de Vaury ; ruisseau du Treuil près Saint-Martial ; C. dans l'étang du Pécher à Linards ; dans une pêcherie près du village des Cros, commune de Lussac-les-Églises ; à Laugères ; dans une mare située sur l'emplacement de l'ancien étang de Jonas, près d'Ambazac.

NITELLA OPACA Ag. — Ruisseau du Treuil, au-dessous du petit Beauvais ; étang et ruisseau du Moulin-Bâti, près de Bussière-Galant. (Les échantillons de cette dernière localité étaient nommés *N. capitata* Wallm. par Durieu de Maisonneuve.)

Ce qui caractérise surtout cette liste, c'est : 1° l'absence complète de certaines espèces, communes ailleurs, mais qui exigent l'élément calcaire pour se développer *(Chara fœtida, aspera, hispida)* ; 2° l'abondance, au contraire, des espèces silicicoles, représentées par des variétés ou formes nombreuses *(Nitella flexilis, Chara fragilis, Ch. fragifera)* ; ces faits montrent, par un nouvel exemple, l'influence de la nature chimique du sol sur la végétation.

La *Flore de la Haute-Vienne*, publiée en 1856 (1), mentionnait seulement trois Characées : *Chara fragilis* Desv. var. *longibracteata*, *Ch. gracilis* Sm. et *Ch. translucens* Pers. Dans son Mémoire sur les plantes aquatiques de la Haute-Vienne (2), Edouard Lamy ajoutait à ces trois espèces

(1) *Flore de la Haute-Vienne*, par E. Lamy (extr. de l'ouvrage intitulé : *Guide de l'étranger à Limoges*, publié par Martial Ardant à Limoges, 1856). Cette *Flore*, ne contenant qu'une énumération des espèces et des localités sans description, est un simple Catalogue.

(2) *Plantes aquatiques de la Haute-Vienne*, etc., par Ed. Lamy ; Limoges, 1868.

les *Nitella tenuissima* Kutz., *syncarpa* Kutz., *capitata* Ag., *opaca* Ag. et les *Chara coronata* Ziz. et *fragifera* DR. Je n'ai pas trouvé dans son herbier les *Nitella tenuissima*, *syncarpa* et *capitata*, mais on y voit sous ces deux derniers noms des échantillons de *Nitella flexilis* mal déterminés par Boreau et Durieu de Maisonneuve. En compensation des quelques espèces qu'il convient de rayer, au moins à titre provisoire, sur les anciens Catalogues, on remarquera que les variétés *delicatula* Braun form. *bulbillifera* et *brevibracteata* form. *capillacea* du *Chara fragilis* sont signalées pour la première fois dans la Haute-Vienne; les deux *Nitella* nommés *arvernica* et *Lamyana*, quel que soit le rang à leur attribuer dans la hiérarchie des formes, seront aussi considérés comme d'intéressantes acquisitions.

Tels sont les faits nouveaux et les rectifications mis en lumière dans cette Note.

M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE

Au Laboratoire de Biologie végétale, à Avon (Seine-et-Marne).

SUR LA GERMINATION DE QUELQUES OMBELLIFÈRES

— Séance du 19 septembre 1891 —

Dans un groupe aussi naturel que celui des Ombellifères, on pourrait s'attendre à trouver une grande uniformité dans les premières phases du développement; mais une observation attentive montre qu'il n'en est pas toujours ainsi. Depuis longtemps on a décrit la germination anormale du *Chærophyllum bulbosum* (1) et du *Bunium bulbocastanum* (2); j'ai observé la germination des *Smyrnium olusatrum*, *Sm. perfoliatum* et de quelques autres espèces qui s'écartent aussi du type général. Cependant, l'étude des formes extérieures et de la structure interne montre que les espèces les plus aberrantes se rattachent au type normal par un certain nombre d'intermédiaires.

1. — Morphologie externe. — Dans la majorité des Ombellifères, comme dans toutes les Dicotylédones, la plantule se compose de la racine et de l'axe hypocotylé qui porte à sa partie supérieure les deux cotylédons. Au point de jonction de ceux-ci se trouve la gemmule.

(1) Kirschleger, *Flora*, 1845, n° 26, p. 401.
(2) L. C. Treviranus, *Verm. Schriften*, 1822, IV, p. 187.

1° Les cotylédons, dans la règle générale, bien qu'ils s'insèrent au même niveau, sont indépendants l'un de l'autre. Les diverses espèces dont je m'occupe ici font exception à cette règle : les parties des deux cotylédons rétrécies en pétioles sont concrescentes, et, sauf chez le *Bunium bulbocastanum* dont je parlerai plus loin, constituent un tube, à l'extrémité inférieure duquel se trouve la gemmule. Ce tube est assez court dans le *Smyrnium olusatrum ;* il a de trois à quatre centimètres dans le *Myrrhis odorata*, le *Ferula communis*, le *F. glauca* et le *Thapsia villosa*. Enfin, il peut atteindre jusqu'à huit centimètres dans le *Chærophyllum bulbosum*, le *Smyrnium perfoliatum* et le *Sm. rotundifolium*.

2° A ces dimensions variées du tube cotylédonaire correspond une particularité intéressante relative à la position de la gemmule. Chaque fois que le tube est court, l'axe hypocotylé est assez long pour permettre à la gemmule d'être aérienne. Mais le *Smyrnium perfoliatum* présente à la fois un long tube et un axe hypocotylé très court, de sorte que la gemmule est au niveau du sol. Dans le *Smyrnium rotundifolium* et le *Chærophyllum bulbosum*, la partie inférieure du tube cotylédonaire devient souterraine : la gemmule se trouve alors au-dessous du niveau du sol.

Il en est de même du *Bunium bulbocastanum ;* mais cette espèce se distingue de toutes les plantes précédentes *parce qu'elle ne possède, au moins en apparence, qu'un seul cotylédon* muni d'un long pétiole. La gemmule est placée à la base et sur le côté de ce pétiole, à la partie supérieure d'un petit tubercule.

II. — Morphologie interne. — Aux particularités extérieures que je viens de signaler correspondent des faits anatomiques qui précisent la nature morphologique des diverses parties de la plantule.

1° On sait que le cylindre central du pivot des Ombellifères comprend deux faisceaux (1) du bois primaire consistant en une seule rangée de vaisseaux et se rejoignant au centre ; les deux faisceaux du liber primaire alternent avec les précédents.

La région où s'opère le passage de la structure de la racine à celle de la tige (2) est généralement très courte ; elle se trouve immédiatement sous la gemmule, au-dessous du point d'insertion des cotylédons. Des deux faisceaux primitifs de la racine partent six faisceaux se rendant trois par trois à chaque cotylédon. Deux d'entre eux sont plus volumineux que les autres et constituent les nervures médianes ; ils sont dans le même plan que les faisceaux du bois primaire.

A un niveau un peu plus élevé, naissent les faisceaux de la première feuille, également au nombre de trois. Le médian se trouve en face d'un des faisceaux du liber, de sorte que le plan de symétrie de la première

(1) Van Tieghem, *Bull. de la Soc. bot. de Fr.*, t. XIX, 1872, p. 113.
(2) Gérard, *Recherche sur le passage de la racine à la tige.* (Ann. des Sc. nat. Bot., 1881.)

feuille coupe à angle droit celui des cotylédons. Par suite (notons ce fait dont nous aurons besoin plus loin), il laisse deux des faisceaux latéraux de chaque côté de lui-et symétriquement placés ; ces deux faisceaux sont situés du même côté par rapport aux faisceaux ligneux primaires, et appartenant chacun à un cotylédon différent.

2° Si l'on compare la structure du *Smyrnium olusatrum* à celle qui vient d'être décrite, on voit qu'elle en diffère seulement par la formation d'un tube cotylédonaire : les pétioles des cotylédons creusés en gouttière à leur face supérieure sont concrescents par leurs bords et circonscrivent un espace cylindrique en forme de tube tapissé par l'épiderme muni de stomates. Les six faisceaux des cotylédons courent parallèlement dans toute la longueur des parois du tube, puis passent trois par trois dans la portion libre des pétioles. Ces faisceaux, ainsi que ceux de la première feuille, occupent à leur point d'origine la position décrite précédemment.

3° Le *Smyrnium perfoliatum* s'écarte plus que les espèces précédentes du type normal. Le tube cotylédonaire limite à son intérieur un espace très petit qui a, en section transversale, la forme d'une fente elliptique dont le grand axe est perpendiculaire au plan de symétrie des cotylédons. Au lieu de quatre petits faisceaux, il n'y en a plus que deux, situés dans le prolongement du grand axe de la fente. Si l'on se reporte à leur point d'origine dans l'axe hypocotylé, on voit que l'un des deux prend naissance en face du faisceau médian de la première feuille ; il correspond donc à deux des petits faisceaux du *Smyrnium olusatrum* qui sont ici confondus en un seul.

4° Comme le *Smyrnium perfoliatum*, le *Chærophyllum bulbosum* ne montre que quatre faisceaux le long du tube, par suite de la soudure des faisceaux latéraux deux à deux. Mais il s'introduit ici une nouvelle modification ; nous avons vu, en effet, dans la description de la plantule de cette espèce, que le tube se divise en deux régions : l'une s'élève en l'air et a la même structure que dans le *Smyrnium perfoliatum ;* l'autre, qui est souterraine, est beaucoup plus grêle. Cet amincissement est causé par la diminution considérable du parenchyme cortical. De plus, une assise endodermique entoure complètement chaque faisceau et présente des épaississements subérifiés très nets. Ce fait est dû très vraisemblablement à la position souterraine de cette portion du tube.

5° Dans le *Smyrnium rotundifolium*, il n'y a plus d'espace vide compris dans le tube. La seule indication qui subsiste consiste en deux rangées de cellules épidermiques intimement accolées l'une à l'autre.

6° Le *Bunium bulbocastanum* est modifié profondément et il est très difficile d'apprécier la valeur morphologique de ses différents organes. Si l'on prend comme point de repère la position de la gemmule qui est située au sommet du tubercule, on est tenté d'attribuer au cotylédon

toute la partie effilée qui rattache le limbe à la portion renflée de l'axe. Mais si l'on pratique une coupe transversale dans cette région amincie, on trouve la structure primaire très nette d'une racine. Il ne se produit de modification qu'au point où le cotylédon émerge du sol; on est tenté d'admettre dès lors que toute la partie souterraine appartient à la racine.

La zone de passage à la structure foliaire se trouve à peu près au niveau du sol. Cette région est cylindrique et munie d'un épiderme sans poils absorbants. Dans le cylindre central, aux deux faisceaux du bois primaire centripète, succèdent deux faisceaux de bois centrifuge. Ces nouveaux faisceaux sont opposés à ceux du liber primaire de la racine. Bien que le système conducteur de cette région ait la structure de la tige, il est encore entouré d'un péricycle semblable à celui de la racine, produisant deux arcs sécréteurs entre lui et l'endoderme; mais, par suite du changement que nous avons observé dans la position du bois, les deux arcs sécréteurs se trouvent non plus sur le dos des faisceaux ligneux primaires, mais sur leurs faces latérales. Ces deux arcs péricycliques ne disparaissent que plus haut, et un seul des deux, celui qui se trouve correspondre à la face inférieure du cotylédon, est remplacé par un canal sécréteur unique semblable à ceux qu'on rencontre dans la tige.

Mais nous avons atteint la région du pétiole : celui-ci a une face convexe et l'autre plane. Dans l'écorce se sont constitués deux canaux sécréteurs en face desquels sont deux petits faisceaux libéro-ligneux, réduits à quelques éléments peu nombreux. Au centre, se trouvent, comme plus bas, les deux faisceaux libéro-ligneux dont j'ai décrit la formation.

La présence de ce faisceau médian double dans le cotylédon du *Bunium bulbocastanum* donnerait à penser que *cette lame foliacée pourrait n'être pas un cotylédon unique, mais représenterait deux cotylédons concrescents dans toute leur étendue*. De plus, il faut remarquer que les deux faisceaux médians de ce cotylédon ne sont pas les équivalents des nervures médianes que nous avons vues dans les espèces précédentes; en effet, ils ne sont pas dans le prolongement des faisceaux du bois primaire, mais chacun d'eux occupe la place des faisceaux latéraux soudés deux à deux.

Quant au bourgeon qui est inséré en quelque sorte à mi-hauteur de la racine, il m'est impossible, n'ayant pas encore pu suivre les premières phases de son développement, de dire s'il doit être considéré comme une gemmule normale, ou si c'est simplement un bourgeon adventif remplaçant la gemmule avortée. T. Irmisch (1), qui n'admet qu'un seul cotylédon dans le *Bunium bulbocastanum*, pense que l'on a bien affaire à la gemmule primitive. Cependant, la structure de racine qu'on observe au-dessus semblerait militer en faveur de l'hypothèse d'un bourgeon adventif.

(1) Th. Irmisch, *Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen Carum bulbocastanum und Chærophyllum bulbosum nach ihrer Keimung*. Hall, 1862.

En résumé, *on voit qu'il existe, dans la famille des Ombellifères, une série d'espèces s'écartant progressivement du type général* (Smyrnium olusatrum, Myrrhis odorata, Ferula communis, F. glauca, Thapsia villosa, Chærophyllum bulbosum, Smyrnium perfoliatum, Sm. rotundifolium): 1° *par la formation d'un tube cotylédonaire*, 2° *par la position de la gemmule qui devient souterraine*, et 3° *par l'avortement ou la concrescence de certains faisceaux des cotylédons*.

Le cas extrême est présenté par le Bunium bulbocastanum *dans lequel on peut supposer que les deux cotylédons sont concrescents en un seul organe* (1).

M. Henri JUMELLE

Docteur ès sciences, au Laboratoire de Biologie végétale d'Avon (Seine-et-Marne).

INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ SUR LES ÉCHANGES GAZEUX ENTRE LES LICHENS ET L'ATMOSPHÈRE

— Séance du 19 septembre 1891 —

J'ai déjà eu l'occasion de décrire, dans quelques notes précédentes (2), les premiers résultats d'une série d'expériences que j'ai entreprises en vue de déterminer l'influence exercée par les agents extérieurs sur la vie et les échanges gazeux des lichens. J'ai ainsi montré, en particulier, que l'état de vie très ralentie dans lequel se trouvent les lichens quand la température s'abaisse au-dessous de 0° est dû moins à cet abaissement même de température qu'à la dessiccation qui en résulte ordinairement pour la plante. Si, en effet, on a soin de maintenir humide le lichen qu'on soumet au froid, on constate que la respiration et surtout l'assimilation persistent jusqu'à des degrés très inférieurs. C'est donc l'humidité qui a surtout une influence énorme sur l'intensité des échanges gazeux chez les lichens. Il devenait, par suite, intéressant d'examiner de plus près cette influence et de rechercher comment varient, selon la proportion d'eau que la plante renferme, la respiration et l'assimilation; c'est cette nouvelle étude qui fait le sujet de la présente note.

Une plante phanérogame quelconque en voie de développement renferme, à l'état normal, dans ses différents organes une proportion déter-

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Henri JUMELLE: *La vie des lichens pendant l'hiver* (Mémoires de la Société de Biologie. — Décembre 1890). — *L'assimilation chez les lichens* (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 1891). — *Sur le dégagement d'oxygène par les plantes aux basses températures* (Id.).

minée d'eau. Cette proportion, variable avec l'âge, ne diminue que si la plante se trouve dans des conditions défectueuses de végétation; une telle plante, alors, se fane et, dans le cas où la dessiccation persiste, ne tarde pas à mourir.

Il en est tout autrement chez les lichens, comme en général, d'ailleurs, chez les végétaux inférieurs. La dessiccation, ici, n'est plus un état pathologique entraînant la mort, c'est un état en quelque sorte normal, résultant de certaines conditions extérieures, fréquemment réalisées. Les lichens, sous ce rapport, sont de tous points comparables aux matières inertes dont le degré d'humidité est exclusivement lié à celui du milieu qui les entoure; complètement secs quand l'air et le substratum sont eux-mêmes desséchés, ils s'imbibent et se saturent plus ou moins d'eau quand cet air et ce substratum redeviennent humides. A tous ces degrés d'humidité correspondent des échanges gazeux d'intensités différentes que nous allons chercher à déterminer.

Le premier cas qui se présente à l'examen est celui de la dessiccation complète du lichen. Sur ce point, que nous avons déjà étudié avec détails dans nos notes antérieures, nous n'avons qu'à rappeler les résultats que nous avons précédemment énoncés. Des lichens tels que le *Peltigera canina*, le *Parmelia caperata*, l'*Evernia prunastri*, le *Lecanora subfusca*, le *Physcia parietina*, etc., recueillis secs sur des arbres ou sur des rochers présentent un rapport du poids frais au poids sec égal en moyenne à 1,20. Ce rapport est, à peu près, le plus faible qu'on puisse constater: le lichen renferme alors, pour 1 gramme de substance sèche, $0^{gr},20$ d'eau. Lorsqu'elle a atteint ce degré de sécheresse, la plante ne respire ni n'assimile plus; si restreinte que soit l'atmosphère qui l'entoure, on ne constate plus, après un temps même très prolongé, aucune modification dans la composition de cette atmosphère.

Ce premier cas rappelé, voyons maintenant ce qui se produit quand le lichen renferme la quantité d'eau maxima qu'il peut contenir.

Pour faire absorber à la plante cette quantité d'eau maxima, il suffit évidemment, puisque son humidité varie avec celle du milieu, d'exposer le lichen pendant un certain temps dans un air saturé d'humidité, ou mieux encore de le plonger dans l'eau en l'essuyant ensuite avec soin; c'est ce que nous avons fait. Nous avons ainsi trouvé, pour des lichens d'espèces variées, desséchés ensuite à l'étuve, les rapports suivants du poids frais au poids sec :

Evernia prunastri	2,75	*Umbilicaria pustulata*	2,67
Ramalina fraxinea	3,10	*Usnea barbata*	2,38
Cladonia rangiferina	2,71	*Parmelia caperata*	2,48
Cladonia cornucopiæ	2,90	*Parmelia Omphalodes*	2,53
Peltigera canina	4,21	*Pertusaria communis*	2,00
Physcia parietina	4,31	*Lecanora subfusca*	2,10
Physcia citiaris	3,20	etc.	

On voit, par ces nombres, que, tout en différant légèrement suivant l'espèce considérée, la proportion maxima d'eau que peut renfermer un lichen est très faible. Le poids frais égale, en effet, au plus quatre fois le poids sec, et le rapport le plus ordinaire est 3 environ.

Ce rapport du poids frais au poids sec varie donc, en somme, pour les lichens hétéromères (ceux dont nous nous occupons exclusivement en ce moment) entre des limites très restreintes, 1,20 d'une part et 3,5 à 4 de l'autre.

Pour suivre les variations d'intensité de la respiration et de l'assimilation correspondant aux différentes proportions d'eau comprises entre ces deux états extrêmes, nous avons employé la méthode suivante :

Plusieurs lots d'*Evernia prunastri*, par exemple, sont d'abord tous plongés dans l'eau; on laisse ensuite chacun d'eux se dessécher pendant un temps plus ou moins long, de façon qu'ils contiennent, en définitive, des quantités d'eau différentes, et on les introduit dans de petites éprouvettes, après les avoir pesés. On compare alors les quantités d'oxygène ou d'acide carbonique qu'absorbent, pendant un même temps, à poids sec égal, ces différents lots placés à l'obscurité ou à la lumière.

Nos expériences ont été faites avec l'*Evernia prunastri*, le *Physcia ciliaris*, le *Peltigera canina*, le *Cladonia rangiferina*, l'*Umbilicaria pustulata*, envisagés successivement au point de vue de la respiration et de l'assimilation.

Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés pour l'une et l'autre de ces fonctions sont les suivantes :

Dans un cas comme dans l'autre, à l'obscurité comme à la lumière, l'intensité des échanges gazeux augmente avec la proportion d'eau que renferme le lichen, mais cette augmentation n'a pas lieu d'une façon régulière. Lorsque le lichen est peu humide, un apport, même très faible, d'une nouvelle quantité d'eau entraîne une forte accélération des phénomènes respiratoire et assimilatoire. Au contraire, s'il y a déjà dans la plante une notable proportion d'eau, l'augmentation de l'humidité n'accélère plus que faiblement ces mêmes phénomènes.

Une trop grande humidité semble même défavorable aux échanges gazeux. On remarque, en effet, en général, un affaiblissement dans l'absorption d'oxygène ou dans la décomposition d'acide carbonique chez les lichens renfermant la quantité maxima d'eau qu'ils peuvent retenir. A ce propos, il n'est pas sans intérêt de rappeler que, de même pour la germination, l'optimum d'eau ne correspond pas à l'état de saturation de la graine, mais à un degré d'imbibition un peu moindre.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, les recherches qui précèdent ont été faites exclusivement avec ces lichens dits hétéromères, chez lesquels les cellules de l'algue sont localisées en quelques couches dans un

pseudo-parenchyme abondant, constitué par les hyphes du champignon. Mais il existe en outre d'autres lichens, à structure homéomère, où l'algue et le champignon se mélangent à peu près dans la même proportion, et qui forment le plus souvent une masse gélatineuse. Il est à peine besoin de faire remarquer que ces lichens présentent une proportion d'eau bien plus grande que les précédents. Le poids frais d'un *Collema*, par exemple, est, en effet, jusqu'à trente-cinq fois supérieur à son poids sec. Chez ces dernières espèces, il deviendrait évidemment très difficile, en raison même de leur constitution, de déterminer la quantité maxima d'eau qu'ils peuvent contenir, et par suite de rechercher quelle est la quantité optima qui correspond à la plus forte intensité de leurs échanges gazeux. Nous avons pu toutefois constater que comme chez les lichens hétéromères la respiration et l'assimilation augmentent ici encore, au moins jusqu'à un certain point, avec la proportion d'eau. Ces lichens gélatineux, d'autre part, supportent également la dessiccation, qui a toujours pour résultat, de les faire passer à l'état de vie latente ou, du moins, très ralentie.

D'ailleurs, les algues elles-mêmes présentent des phénomènes analogues. Si on détache du rocher sur lequel ils se développent, des *Trentepohlia*, des *Glœocapsa*, des *Palmoglœa*, des *Glœocystis*, des *Stigonema*, etc., et qu'on les laisse quelque temps, dans des coupelles, exposés à l'air libre, tous ces organismes ne tardent pas, en se desséchant, à former une sorte de croûte mince et cassante. Or, les algues ainsi desséchées, et qui ne respirent ni n'assimilent plus, ne sont cependant qu'à l'état de vie latente ; il suffit, en effet, de leur fournir de nouveau une certaine quantité d'eau pour voir réapparaître les échanges gazeux, dont l'intensité s'accroît à mesure que les plantes reprennent leur gonflement primitif.

En résumé, les lichens partagent avec un certain nombre de végétaux inférieurs cette particularité, qu'on ne retrouve pas en général chez les végétaux supérieurs, de ne pas renfermer une proportion d'eau déterminée. Ils n'ont pas d'*eau de constitution*. Leur humidité varie avec celle du substratum et du milieu. Quand une cause quelconque active l'évaporation, le lichen se dessèche ainsi complètement, ses échanges gazeux s'arrêtent, et il passe à l'état de vie ralentie.

Mais si, de nouveau, de l'eau lui est fournie, la respiration et l'assimilation réapparaissent. La proportion maxima d'eau que peut contenir un lichen hétéromère est, du reste, très faible, et moindre que la proportion d'eau ordinaire des champignons et des végétaux supérieurs. Le poids d'un lichen hétéromère imbibé d'eau égale, en effet, au plus quatre fois son poids sec.

L'intensité des échanges gazeux, assimilation et respiration, augmente avec l'humidité du lichen, mais cette augmentation ne suit pas une

marche régulière. Quand le lichen ne renferme encore qu'une faible proportion d'eau, une augmentation légère de cette proportion suffit pour produire une accélération très grande de la respiration et de l'assimilation. Au contraire, quand le lichen a acquis un certain degré d'humidité, l'intensité de ces deux fonctions ne s'élève plus que faiblement, même pour une différence assez grande dans la proportion d'eau.

La plus grande intensité des échanges gazeux ne paraît pas toutefois coïncider avec le maximum d'humidité de la plante. Les lichens complètement imbibés d'eau présentent en effet, en général, des fonctions moins actives que ceux dont la proportion d'eau est un peu inférieure. Il y a ainsi pour l'assimilation et la respiration de ces plantes un optimum d'humidité qui ne correspond pas au maximum, et se trouve placé un peu au-dessous.

M. Ed. BONNET

à Paris.

LES COLLECTIONS DE L'EXPÉDITION ENVOYÉE A LA RECHERCHE DE LA PÉROUSE D'APRÈS DES DOCUMENTS INÉDITS

— Séance du 21 septembre 1891 —

Le 9 février 1791, l'Assemblée Constituante, sur la proposition de la Société d'Histoire naturelle de Paris, décrétait l'envoi d'une mission pour rechercher les traces de La Pérouse. Le 29 septembre de la même année, l'expédition, composée des deux bâtiments, la *Recherche* et l'*Espérance*, placés sous le commandement de d'Entrecasteaux, quittait Brest ayant à bord des ingénieurs, des naturalistes, des dessinateurs et des jardiniers.

On connaît, par les relations de Labillardière (1) et de Rossel (2), les résultats de ce voyage qui dura trois années ; on sait également que si la mission n'atteignit pas le but principal qui lui avait été indiqué, du moins elle recueillit une riche moisson de documents et d'observations scientifiques.

Dans le dernier chapitre de sa Relation (t. II, p. 331), Labillardière nous apprend, en quelques lignes seulement, que les collections d'histoire naturelle qu'il avait réunies avec tant de soins et au prix de tant de fatigues,

(1) Relation du voyage à la recherche de *La Pérouse ;* Paris, an VIII, 2 vol. in-4°.
(2) Voyage de d'Entrecasteaux à la recherche de *La Pérouse ;* Paris, 1808, 2 vol. in 4°.

furent capturées par la flotte anglaise, transportées à Londres et que c'est grâce à la généreuse intervention de Sir Joseph Banks qu'il put rentrer en possession de ces précieux matériaux d'étude. Mais le récit du naturaliste français nous laisse ignorer tous les détails de cette restitution et ne nous apprend pas, par suite de quelles circonstances, Banks fut amené à y jouer un rôle prépondérant.

Un curieux dossier, qui fait partie de la collection de documents originaux que M. de Gourio de Refuge met avec tant d'obligeance à la disposition de tous ceux qui s'occupent de recherches historiques, me permet de compléter les renseignements trop brefs que nous a transmis Labillardière et de reconstituer, à près d'un siècle de distance, l'état des collections d'histoire naturelle recueillies par l'expédition de d'Entrecasteaux. Ce dossier se compose de sept pièces autographes dont on trouvera plus loin la transcription ou des extraits. J'ai dû, par un sentiment de convenance que le lecteur appréciera, supprimer plusieurs passages dans lesquels Labillardière, avec une impardonnable légèreté, formule contre quelques-uns de ses compagnons de voyage et notamment contre le lieutenant de Rossel, des accusations aussi graves que peu fondées (1).

I. — *Lettre du duc d'Harcourt (2) à Sir Joseph Banks.*

Londres, le 29 mars 1796.

Sa majesté le Roy Louis 18, monsieur, m'ayant honoré de ses ordres pour offrir à sa majesté la reine ce qui pouroit luy être agréable dans les curiosités d'histoire naturelle qu'ont produit les différens pays parcourus par l'expédition de M. d'Entrecasteaux, j'ai fait demander à la reine ses intructions sur ces objés. Cette princesse m'a fait l'honneur de me faire dire qu'elle vous chargeroit de l'examen des caisses qui contiennent ce que M. le Chr de Rossel a rapporté de ce voyage. En atendant, j'ai prié monsieur le comte de Bournon, ancien officier d'artillerie au service de France et amateur de l'histoire naturelle, d'ouvrir les caisses déposées chez moy pour leur doner de l'air et examiner l'état dans lequel elles se trouvent.

Si vous voulés bien me faire l'honeur de me mander quand vous désirerés de voir tout ce qui compose cette collection, je l'en préviendrai, pour qu'il vous aide à cet examen, et je luy mande d'aler prendre vos ordres sur le momens qui vous conviendra. Je suis obligé d'aler à la campagne pour quelques jours, et en reviendrai lundi. S'il vous convenoit de différer jusques à mardi ou mercredi, je me trouverai icy pour vous y recevoir. Si vous préférés de voir plutôt ces différens objets M. de Bournon me supléera et j'espère qu'ils vous paroitront

(1) Dans sa Relation (t. II, p. 319 et 325), Labillardière attribue à d'Auribeau la plupart des méfaits dont il accuse ici Rossel.

(2) François-Henri, comte de Lillebonne, Ve duc de Harcourt, représentait alors à Londres le comte de Provence qui, depuis la mort du Dauphin, prenait auprès de plusieurs cours d'Europe le titre de Roi de France; les collections capturées par la flotte anglaise, après avoir été déposées à la douane de Londres, furent considérées par le gouvernement du roi Georges comme appartenant à l'héritier légitime des Bourbons et par suite remises au duc de Harcourt; mais le comte de Provence avait à cette époque d'autres préoccupations que les progrès de l'histoire naturelle et il crut faire acte de bonne politique en se débarrassant de collections encombrantes au profit de la reine d'Angleterre.

assés intéressans pour que vous doniés plus d'une séance à les détailler. Je serai charmé d'avoir cette ocasion de faire conoissance avec vous et de vous temoigner les sentimens d'estime et de consideration avec lesquels j'ai l'honeur d'être, monsieur, votre tres humble et tres obeissant serviteur.

LE DUC DE HARCOURT.

II. — *Lettre de S. J. Banks au duc d'Harcourt.*

Sir Banks etc. etc.

Has sent to the count de Bourmont etc. hopes by his assistance to be enabled to execute the queen's commands vithout giving any trouble to the Duke.

March. 30.

III. — *Lettre du duc d'Harcourt à Sir J. Banks.*

Le duc de Harcourt a l'honeur de prevenir Monsieur le chevalier Banks, que parmi les caisses vuides qui contenoient l'herbier remis à ses soins il s'en est retrouvé trois contenant encore des plantes desséchées. S'il veut bien les envoyer chercher, elles luy seront délivrées, pour être réunies à la collection.

Le duc de Harcourt a l'honneur d'assurer Monsieur le chevalier de son atachement.

Londres, 31 juillet 1796.

IV. — *Lettre de S. J. Banks au duc d'Harcourt.*

Sir J^h^ Banks presents his respectful compliments to the duc d'Harcourt etc., returns him many thanks for his obliging communication. The bearer attends in order to receive of the Duke's leisure the dryed plants vhich have been found et if as Sir B. has reason to believe some bottles containing fishe etc. vere also left behind he vill bring them also.

Sir J^h^ B. has geat hopes that S^r^ Greville vill accede to the vishes of the French Directors (*Directoirs*) an the subject of the collection vho have claimed id on account of the Collector M. de Billardière (*sic*) nov at Paris et that the restoring it vill operate as a complete armistice to science.

August 1.

V. — *Lettres de Labillardière à S. J. Banks.*

Paris, le 25 germinal an IV de la Rép. Fr.
ou le 14 avril 1796.

MONSIEUR,

Vous voulutes bien, avant mon départ pour l'éxpédition envoyée à la recherche de Lapeyrouse, me donner quelques renseignements afin que je concourusse le plus possible à l'avancement de l'histoire naturelle. J'avois tiré le plus grand parti de vos conseils, fruit d'une longue expérience que vous aviés acquise dans votre voyage autour du monde.

Je revenois des mers du Sud avec une abondante récolte dont j'espérois de faire jouir en peu les naturalistes par la publication de mes observations. Au moment où je me croyois dans la plus grande sécurité, j'ai eu la douleur de me voir enlever tout le fruit de mes travaux..... Les Hollandais de l'isle de Java ont autorisé ce brigandage, malgré mes réclamations.

Depuis l'alliance offensive et deffensive entre la Hollande et la République

françoise, la flotte hollandaise ayant à bord mes collections, fut prise par les Anglais, après une relâche au Cap de Bonne-Espérance et conduite en Angleterre où elle est depuis 7 à 8 mois. Mes récoltes en histoire naturelle ont été déposées à la douane ; peut-être qu'elles y auront été retenues, étant bien évident qu'elles ne pouvoient appartenir à celui qui les avoit entre les mains.

Personne ne connoit mieux que vous, Monsieur, le prix des recherches d'un naturaliste dans un long voyage aussi pénible que dangereux. Obligés moi de faire tout ce que vous pourrés pour que je recouvre la propriété la plus légitime. Ce seroit au grand détriment de la science que des collections faites avec tant de soins, passassent dans des mains étrangères. J'avois recueilli abondamment dans tous les genres, afin de ne perdre aucune occasion de me rendre utile. Votre amour pour les sciences, m'est un sûr garant de tout ce que vous ferés pour m'obliger dans une pareille circonstance.

Je suis avec la plus parfaite considération, Monsieur, votre très humble et très obéissant serviteur.

LABILLARDIÈRE D. M., naturaliste.

P. S. Peut-être que la voie des parlementaires sera la plus sûre pour me faire part de ce que vous aurés pu faire pour moi. Mon adresse est chés le citoyen Desfontaines, professeur au jardin des plantes.

Paris, le 19 frimaire an V.

MONSIEUR,

Je n'ai reçu qu'après mon arrivée à Paris votre lettre datée du 9 juin 1796 (1). Les collections d'objets d'histoire naturelle faites dans le voyage entrepris à la recherche de Lapeyrouse étoient déjà rendues au jardin des plantes, avant mon retour de l'Italie.

Je dois à votre amitié pour moi et à votre amour de la justice, tout ce que vous avés fait, pour que le fruit d'un voyage aussi dangereux que pénible, ne tombât pas au pouvoir de R...

Avant que ma lettre vous fusse parvenue, vous aviés, Monsieur, déjà fait auprès du Gouvernement les réclamations qui vous avoient été suggérées par l'amour de la science. En effet, personne ne pouvoit apprécier mieux que vous combien il est important que ces collections soient publiées par ceux qui les ont faites.

Les insectes ont été presqu'entièrement détruits dans le trajet du Hâvre à Paris. La personne chargée de cet envoi a mis la caisse qui les contenoit, parmi les autres sans aucune précaution. La plupart des boetes ont été brisées. Cette perte est d'autant plus grande que je m'étois donné des peines infinies pour réunir un grand nombre d'espèces.

Je désire bien que les communications soient ouvertes pour pouvoir vous consulter sur beaucoup de productions des mers du Sud, que vous avés aussi trouvées dans votre voyage avec Cook.

Je suis, Monsieur, avec la plus grande considération et le respect le plus profond, votre très humble serviteur.

LABILLARDIÈRE.

(1) Lettre citée par Flourens dans son *Éloge de La Billardière* (Mém. Acad. Sc., XVI, p. 21) et par tous les Biographes.

VII. — *Notice des collections d'objets d'histoire naturelle qui ont été enlevées au cit. Labillardière (1).*

Vingt-deux caisses à biscuit, toutes remplies de plantes sèches avec des descriptions et des observations ; il y a aussi des graines intercalées entre les paquets de plantes.

Huit boettes d'insectes toutes très remplies.

Six boettes de fer-blanc ; elles sont très remplies d'oiseaux ; il y a aussi un petit kangourou de la Nouvelle-Hollande.

Deux boccaux en verre blanc remplis de reptiles, de poissons et d'insectes.

Trois boccaux remplis de fleurs à analyser, renfermées dans des sachets de toille et conservées dans l'esprit de vin affaibli.

Une boette en feuilles de Pandamus remplie de coquillages.

Beaucoup d'échantillons de bois ; des morceaux intéressans de minéralogie pris dans tous les endroits où nous avons relaché ; beaucoup d'objets à l'usage des habitants des mers du Sud.

Onze arbres à pain, pris à Tongatabou et autant de racines et tronçons, resté à Samarang, dans l'isle de Java.

Une grande caisse de plantes sèches et autres objets, remise à notre départ du Cap de Bonne-Espérance, au commencement de 1792, à Guy père, cy-devant agent de la nation française.

Paris, ce 13 germinal an IV de la Rep. F.

(Sig.) LABILLARDIÈRE, D. M.
naturaliste, employé dans l'expédition
envoyée à la recherche du cit. Lapeyrouse.

Pour copie conforme :

JP. CHARRETIÉ,
Commissaire du Directoire Exécutif pour le cartel d'échange
des prisonniers de guerre françois.

Walcot Place, Lambeth, le 12 mai 1796.

M. E. AUBERT

Professeur au Lycée Charlemagne, à Paris.

RESPIRATION COMPARÉE DES PLANTES GRASSES ET DES PLANTES ORDINAIRES

— Séance du 21 septembre 1891 —

Les plantes grasses se distinguent des plantes ordinaires par un développement plus ou moins exagéré du parenchyme, soit médullaire, soit

(1) Ce document est précédé d'un préambule qui n'est qu'une sorte de réquisitoire haineux contre quelques officiers de l'expédition.

cortical, dans l'une de leurs parties essentielles; leur tissu conducteur demeurant très réduit.

Ces plantes sont représentées dans nombre de familles dont les principales sont les *Crassulacées*, les *Mésembryanthémées*, les *Cactées*, les *Liliacées*, les *Euphorbiacées*, etc..., et leur répartition sur le globe embrasse presque toute la superficie occupée par les végétaux, en latitude comme en altitude. Dans cette immense étendue, telle forme végétative grasse a adopté une région déterminée à l'exclusion de certaines autres, c'est-à-dire que toutes les espèces grasses n'occupent pas indistinctement les pays chauds et les pays froids. La plupart des formes de *Cactées*, par exemple, se rencontrent dans la zone torride et les parties les plus chaudes des deux zones tempérées; les *Crassulacées* occupent, au contraire, les zones tempérées et ne figurent pas, je crois, dans la flore des régions brûlantes équatoriales.

Les plantes grasses offrent ainsi un vif intérêt physiologique, puisque, dans des conditions diverses d'existence, elles présentent un caractère commun : le développement exagéré du parenchyme.

Leur étude physiologique embrasse un certain nombre de points. Celui qui fait l'objet de ce travail est la *respiration des plantes grasses*, c'est-à-dire la détermination de leurs échanges gazeux avec l'air extérieur à l'obscurité, et la *comparaison de ce phénomène* avec *celui qui s'accomplit chez les plantes ordinaires*.

§ 1. — Introduction bibliographique

L'étude de la respiration des végétaux a, depuis un siècle, préoccupé beaucoup de physiologistes; les nombreux mémoires publiés à ce sujet ont été analysés par MM. G. Bonnier et L. Mangin (1), dans les *Recherches sur la respiration et la transpiration des végétaux*.

Les auteurs de ce récent travail ont montré que l'intensité de la respiration augmente avec la température et l'état hygrométrique, et diminue avec la lumière.

Ils ont suivi les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé par les tissus verts respirant à l'obscurité et ont tiré de leurs observations les conclusions suivantes :

1° Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est constant, quelles que soient la température et la pression.

2° La valeur de ce rapport $\frac{CO^2}{O}$ pour les feuilles adultes d'une espèce donnée est une constante spécifique.

(1) G. Bonnier et L. Mangin, *Recherches sur la respiration et la transpiration des végétaux*. Paris, 1884.

Dans un Mémoire plus récent (1), MM. Bonnier et Mangin, étudiant les variations de la respiration avec le développement des plantes, ont montré que :

3° Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ des gaz échangés par la respiration est variable aux différents stades du développement.

4° L'intensité du phénomène respiratoire varie avec le développement.

5° Les espèces à feuilles caduques ont une intensité respiratoire supérieure à celle des espèces à feuilles persistantes.

Ces résultats, exacts pour les espèces que MM. Bonnier et Mangin ont étudiées, ne sont pas tous applicables aux plantes grasses qui forment une catégorie de végétaux, particulièrement intéressante.

C'est Th. de Saussure (2) qui a fait les premières expériences sur les échanges gazeux du *Cactus Opuntia* (?) et de quelques Crassulacées avec le milieu ambiant.

Ayant placé le soir, à l'obscurité, des raquettes d'*Opuntia* dans un air préalablement dépourvu d'acide carbonique, le savant observateur trouva le lendemain matin, au lever du soleil, que cet air confiné ne renfermait plus que 14 0/0 d'oxygène, *sans que le végétal eût dégagé d'acide carbonique.*

Cette absence d'acide carbonique dégagé paraît confirmer l'une des conclusions d'un travail de M. Moissan (3).

« L'émission d'acide carbonique, dans la respiration végétale, n'est point directement liée à l'absorption d'oxygène. »

MM. Dehérain et Moissan (4), en 1874, disaient que « la quantité d'oxygène absorbé par les feuilles surpasse la quantité d'acide carbonique produit. La différence est surtout sensible aux basses températures qui paraissent favoriser, dans les plantes, la formation de produits incomplètement oxydés, tels que les acides végétaux ».

Je montrerai plus loin comment cette proposition, contestée par MM. Bonnier et Mangin, peut être interprétée pour les plantes grasses au sujet desquelles elle eût pu être plus explicitement énoncée.

La formation d'acides organiques chez les végétaux charnus est, en effet, directement liée au phénomène respiratoire.

Déjà Hugo Mohl avait trouvé que les feuilles de certaines plantes jouissent, la nuit, d'une réaction acide qu'elles ne présentent plus pendant le jour.

(1) G. Bonnier et L. Mangin, *Recherches sur les variations de la respiration avec le développement des plantes.* Paris, 1886.

(2) Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation.* Paris, 1804.

(3) Moissan, *Sur les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique émis dans la respiration végétale. (Ann. sc. nat.,* 6e série, 1879.)

(4) Dehérain et Moissan, *Recherches sur la respiration des feuilles (Ann. sc. nat.,* 5e série, 1874).

Detmer (1) dit que les tissus des plantes grasses renferment des acides organiques libres en plus grande quantité la nuit que le jour ; que la formation de ces acides dépend de leur exposition à l'obscurité, à une température peu élevée, et qu'elle est due à la combustion incomplète d'hydrates de carbone accumulés dans ces plantes. Le même auteur fait observer qu'à l'obscurité, dans une atmosphère confinée, une plante grasse absorbe plus d'oxygène qu'une plante ordinaire. « Ainsi, conclut-il, en dehors de la respiration normale, les plantes grasses absorbent de l'oxygène sans production correspondante d'acide carbonique, pour la transformation des hydrates de carbone en acides organiques. »

Mayer (2) trouve que l'acide organique formé à l'obscurité par les Crassulacées est l'acide isomalique. « *Cet acide isomalique, décomposé à la lumière, est la source de l'oxygène dégagé par les Crassulacées, même dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique.* »

Ces résultats sont les seuls connus jusqu'ici sur la respiration des plantes grasses. Le sujet m'a paru mériter une certaine attention ; les quelques données qui suivent ont pour objet de faire connaître quelques points nouveaux et intéressants qui distinguent la respiration des plantes grasses de celle des plantes ordinaires.

§ 2. — Considérations préliminaires. — Méthode employée

Les plantes grasses renferment des acides organiques dont la proportion augmente pendant la nuit et diminue à la lumière. Toutefois, une plante grasse, soumise à la température de 40 à 45°, perd presque totalement, même à l'obscurité, les acides organiques qu'elle renfermait.

Deux circonstances principales favorisent donc, chez les végétaux charnus, la décomposition des acides organiques qu'ils ont produits à l'obscurité : 1° la lumière ; 2° la chaleur.

Quelles sont les conséquences de ces phénomènes au point de vue des échanges gazeux dont les plantes grasses sont le siège à l'obscurité ? Tel a été le but de mes recherches.

La méthode que j'ai employée pour étudier la respiration des plantes grasses consiste à exposer une portion détachée de ces plantes (tige pourvue de feuilles, feuilles seules, raquette de Cactée...) dans une atmosphère confinée dont j'ai déterminé les compositions centésimales initiale et finale, en en faisant l'analyse au moyen de l'appareil de MM. Bonnier et Mangin (3).

(1) Detmer, *Die insol. sath. (Pflanzen Physiologie,* p. 176.)

(2) Mayer, *Ueber die Sauerstoffauscheidung einiger Crassulaceen. (Landwirths. Versuchs-stationen,* t. XXI, 1880.)

(3) E. Aubert, *Note sur un nouvel appareil pour analyser les gaz,* par MM. Bonnier et Mangin. *(Revue générale de Botanique,* t. III, 1891.)

Les plantes grasses présentent, dans l'application de cette méthode, un grand avantage sur les plantes ordinaires, en ce qu'elles peuvent continuer à vivre normalement pendant plusieurs heures après avoir été détachées. Pour les raquettes un peu volumineuses de Cactées, cette vie normale dure même plusieurs jours.

En revanche, on peut objecter que le volume des lacunes des végétaux épais n'est pas négligeable, comme l'est celui des plantes ordinaires, vis-à-vis du volume total de l'organe expérimenté. Je puis répondre à cette objection que, dans des conditions identiques, avec des organes divers d'une même plante grasse, organes chez lesquels le volume des lacunes est différent, à volume total égal, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ a été constant. Dans tous les cas, d'ailleurs, l'analyse du gaz initial a été réalisée seulement quelques minutes après l'entrée de la plante dans l'air confiné, et après un brassage de quelques instants.

Toute expérience donne lieu à deux analyses de l'air entourant la plante : l'une faite au début, l'autre à la fin de l'expérience. Comme généralement la proportion d'azote pour 100 n'est pas la même dans les deux cas, je ramène toujours les volumes d'oxygène et d'acide carbonique au volume d'azote contenu dans le gaz initial, admettant *par hypothèse* que le volume d'azote n'a pas changé pendant la durée de l'expérience. (J'insisterai plus longuement sur ce point dans un prochain travail.)

Par la comparaison des volumes V_0 et V'_0 d'oxygène, V_{co^2} et V'_{co2} d'acide carbonique, les différences $(V_0 - V'_0)$ et $(V'_{co^2} - V_{co^2})$ me donnent les proportions pour 100 d'oxygène absorbé et d'acide carbonique dégagé.

$\frac{V'_{co^2} - V_{co^2}}{V_0 - V'_0}$ donne le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé par le végétal étudié.

Ayant noté, d'autre part, la durée de l'expérience, la température, le poids frais de la plante, et le volume du gaz ambiant, on évalue facilement à l'aide de ces nombres et *on exprime en millimètres cubes les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique dégagé*, EN UNE HEURE, PAR UN GRAMME DE POIDS FRAIS *du végétal* soumis à l'expérience.

Je me contenterai de citer ici les résultats numériques de mes recherches et d'en tirer les conclusions en les comparant à celles qu'a fournies l'étude des plantes ordinaires.

§ 3. — Résultats des Expériences

Ces résultats, consignés dans les tableaux I, II, III, concernent les Crassulacées, Mésembryanthémées, Cactées, Euphorbiacées grasses et des plantes grasses diverses.

I. — Crassulacées et Mésembryanthémées

NOMS des PLANTES	ETAT des PLANTES employées	DATE de L'EXPÉRIENCE	TEMPÉRATURE	VOLUMES des gaz échangés par la respiration		VALEUR de $\frac{CO^2}{O}$ pour la respiration	
				CO^2 DÉGAGÉ mill. cubes	O ABSORBÉ mill. cubes	DIURNE (J)	NOCTURNE (N)
Crassula arborescens	Tige feuillée	19 II	12°5	9,8	11,2	0,88	»
	Id.	25 III	14°	19,4	21,7	0,89	»
	Id.	2 VII	32°	57,1	65,1	0,88	»
	Id.	3-4 V.	18°	6,1	25,7	»	0,24
	Id.	2-3 VII	23°	29,9	57,1	»	0,52
Sedum carneum	Jeune tige	21 IV	18°	67,3	70,6	0,95	»
	Tige feuillée	22 V	21°	85,5	85,9	1	»
	Id.	1 VI	25°	110,7	110,7	1	»
	Id.	2-3 VII	23°	68,4	83,5	»	0,82
Sedum reflexum	Jeunes tiges	13 VII	26°	92,9	92,9	1	»
	Tiges fleuries	Id.	26°	125,1	128,8	0,97	»
	Grandes tiges	2 VII	33°	121,6	124	0,98	»
	Jeunes tiges	7-8 VII	19°	40,6	48,7	»	0,83
	Grandes tiges	2-3 VII	23°	88,1	99,3	»	0,89
Sedum Telephium	Tige jeune	23 VII	24°	68,3	71,7	0,95	»
	Id.	15-16 VII	18°	36,7	61,3	»	0,60
	Grande tige	2-3 VII	23°	77,9	102,1	»	0,76
Mesembryanthemum deltoides	J. tige feuil.	23 III	8°	28,8	32,9	0,88	»
	Tige feuillée	19 IV	12°	50,7	57,8	0,88	»
	Id.	6 VI	23°	72,2	77,6	0,93	»
	Id.	2 VII	33°	54	62,1	0,87	»
	Id.	2-3 VII	23°	48	56,2	»	0,85
II. — Cactées							
Pereskia aculeata	Court rameau avec jeunes feuilles	10 VI	20°	253,8	289,4	0,88	»
		23 VII	24°	155	170,5	0,91	»
		29-30 IV	15°	99	114,9	»	0,86
		3-4 V	18°	81,3	91,1	»	0,89
		2-3 VII	23°	104,2	124	»	0,84
Phyllocactus grandiflorus	Rameau d'un an	28 V	20°	50,3	64,4	0,78	»
	— de 2 mois	10 VI	20°	45,1	48,7	0,92	»
	— de 1 mois	23 VII	24°	62,1	64,5	0,96	»
	— épais (1 an)	3-4 V	18°	2,55	27,2	»	0,09
	— mince (1 an)	29-30 IV	15°	9,5	28,7	»	0,33
	— de 2 mois	28-29 VI	22°	19,2	57,7	»	0,33
	— de 1 mois	3-4 V	18°	20,4	32,4	»	0,63

II. — Cactées *(suite)*

NOMS des PLANTES	ÉTAT des PLANTES employées	DATE de L'EXPÉRIENCE	TEMPÉRATURE	VOLUMES des gaz échangés par la respiration		VALEUR de $\frac{CO^2}{O}$ pour la respiration	
				CO^2 DÉGAGÉ mill. cubes	O ABSORBÉ mill. cubes	DIURNE (J)	NOCTURNE (N)
Opuntia tomentosa	Raquette de quelques jours	1er VI	25°	19,7	26,8	0,73	»
	Id.	2 VII	33°	36,4	49,8	0,73	»
	Raq. épaisse de quelques sem.	23 VII	24°	10,8	22	0,49	»
	Raquette de quelques jours	2-3 VII	23°	2,13	44,8	»	0,47
	Raquette de quelques semaines	23-24 VII	20°	0	23,69	»	0
Mamillaria Newmanniana	Plante de 2 ans	2 VII	33°	21,55	27,4	0,79	»
	Id.	16-17 IV	12°	4,8	10,3	»	0,047
	Id.	2-3 VII	23°	0	25,3	»	0
III. — Plantes grasses diverses							
Euphorbia mamillaris	Jeunes rameaux	9 VII	24°	64,6	62	1,04	»
	Id.	9-10 VII	18°	16,1	47,1	»	0,34
Euphorbia rhipsaloides	Id.	9 VII	24°	124,8	103,6	1,20	»
	Id.	9-10 VII	18°	22,6	71,1	»	0,32
Aloæ spinosa (Liliacée)	Pousse de l'année	23 VII	24°	25,6	31	0,82	»
Kleinia articulata (Composée)	Tige renflée	9 VII	24°	29,5	29,7	0,99	»
	Id.	9-10 VII	18°	2,7	14,9	»	0,18

Dans chacun de ces tableaux, deux séries de nombres sont inscrites dans les cinquième et sixième colonnes.

La cinquième renferme les valeurs (J) du rapport $\frac{CO^2}{O}$ des gaz échangés avec l'air extérieur, par la plante soumise à l'obscurité pendant le jour; la sixième colonne contient les valeurs (N) de ce même rapport $\frac{CO^2}{O}$ concernant la respiration de la plante pendant la nuit. — La septième colonne indique, sous la forme d'un rapport : au numérateur, la quantité d'acide carbonique dégagé; au dénominateur, la quantité d'oxygène absorbé par la plante, *en une heure; ces quantités étant exprimées en millimètres cubes.*

On peut ainsi apprécier, en même temps que la fixité ou la variabilité du rapport $\frac{CO^2}{O}$, l'intensité de la respiration mesurée par les volumes des deux gaz échangés.

A. — *Comparaison des valeurs J et N du rapport* $\frac{CO^2}{O}$.

1° *Crassulacées.* — L'examen des nombres concernant le *Crassula arborescens*, Crassulacée à feuilles très épaisses, montre que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ subit, avec la respiration pendant le jour et dans des conditions normales, des variations si peu importantes qu'il peut être considéré comme constant et égal à 0,88. Pendant la nuit, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ prend des valeurs 0,24 et 0,52 notablement inférieures à 0,88. D'où $J > N$.

Des considérations analogues peuvent être tirées de la comparaison des nombres fournis par le *Sedum carneum*, le *S. reflexum* et le *S. Telephium*, dont les feuilles sont beaucoup plus minces.

2° *Mésembryanthémées.* — Les Mésembryanthémées présentent le même phénomène. Pour *Mesembryanthemum deltoides*, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ a pour valeur moyenne 0,89 pendant le jour et 0.85 pendant la nuit. $J > N$.

3° *Cactées.* — Cette différence à peine sensible de J et de N se retrouve chez une Cactée dont les feuilles présentent le minimum de carnosité, à savoir : *Pereskia aculeata*, dont les deux moyennes du rapport $\frac{CO^2}{O}$ sont : $J = 0,89$, $N = 0,86$.

En revanche, les Cactées très épaisses présentent une différence considérable entre les deux séries de valeurs J et N. Une même série de valeurs, J ou N, renferme aussi des nombres moins rapprochés que chez les autres plantes étudiées jusqu'ici. Ainsi, pour *Phyllocactus grandiflorus*, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ présente des valeurs

$$J = 0,96 \text{ , } 0.92 \text{ et } 0.78$$

et des valeurs

$$N = 0,63 \text{ , } 0,33 \text{ et } 0.09.$$

Les nombres les plus rapprochés de l'unité, dans les deux séries, se rapportent aux jeunes rameaux de *Phyllocactus*, qui sont aussi les moins épais.

Des observations absolument identiques peuvent être formulées pour l'*Opuntia tomentosa*, le *Mamillaria Newmanniana*, etc....

De Saussure a constaté l'absence d'acide carbonique dégagé pendant la nuit par une raquette d'*Opuntia* (?) ; ce phénomène n'a lieu que rarement et se produit de préférence chez les Cactées épaisses. L'*Opuntia tomentosa* et le *Mamillaria Newmanniana* m'en ont offert ici deux exemples.

Si de Saussure signale ce fait comme à peu près général, c'est que par les procédés d'analyse assez primitifs dont il disposait, il ne pouvait que difficilement déceler les traces d'acide carbonique que j'ai pu fréquemment constater.

4° *Euphorbiacées et autres plantes grasses.* — Les Euphorbiacées grasses et autres plantes charnues donnent également deux séries de valeurs pour le rapport $\frac{CO^2}{O}$. La valeur J de ce rapport, pour une même espèce végétale est toujours supérieure à la valeur, N, ainsi qu'il résulte de l'examen du tableau III.

5° *Plantes non grasses.* — J'ai étudié, pendant le jour et pendant la nuit, la respiration de diverses plantes non grasses, notamment celle du *Mirabilis Jalapa*. Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est constant nuit et jour, et toujours très voisin de l'unité (0.98 pour *Mirabilis Jalapa;* 0,96 pour le *Ricinus communis;* 0,93 pour *Hedera helix*...), ainsi que l'ont signalé MM. Bonnier et Mangin. J = N.

D'autre part, l'intensité de la respiration est plus grande chez ces plantes que chez les végétaux charnus. Ainsi, pour *Mirabilis Jalapa* à 18°, le rapport $\frac{CO^2}{O} = \frac{175,2}{177,7}$; pour *Ricinus communis* à 20°, $\frac{CO^2}{O} = \frac{192,2}{199,9}$, etc...

Conclusions. — En résumé, si l'on compare les *variations du rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *concernant la respiration d'une même plante, à une même époque de l'année, pendant le jour et pendant la nuit*, on remarque que :

1° *Pour une plante non grasse, ces variations sont nulles, c'est-à-dire que le rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *est constant.*

2° *Pour une plante grasse,* $\frac{CO^2}{O}$ *est variable, et les variations qu'éprouve ce rapport, dans les conditions définies ci-dessus, sont d'autant plus sensibles que la plante est plus charnue.*

D'après ces considérations, il est possible d'établir une sorte d'échelle des variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pour les différentes plantes que j'ai étudiées.

IV. — Limites extrêmes et valeurs moyennes du rapport $\frac{CO^2}{O}$

CONCERNANT LA RESPIRATION NORMALE DES PLANTES

NOMS DES PLANTES	RESPIRATION NORMALE				DIFFÉRENCE des moyennes (J-N)
	DIURNE		NOCTURNE		
	Valeurs extrêmes	Moyennes (J)	Valeurs extrêmes	Moyennes (N)	
Mirabilis Jalapa	0,98	0,98	0,98	0,98	0
Pereskia aculeata.	0,91 à 0,88	0,895	0,89 à 0,84	0,865	0,03
Mesembryanth. deltoides .	0,93 à 0,87	0,90	0,85	0,85	0,05
Sedum carneum	1 à 0,88	0,94	0,82	0,82	0,12
— reflexum	1 à 0,98	0,99	0,89 à 0,83	0,86	0,13
— Telephium	0,95	0,95	0,76 à 0,60	0,68	0,27
Crassula arborescens . . .	0,89 à 0,87	0,88	0,52 à 0,24	0,38	0,50
Phyllocactus grandiflorus .	0,96 à 0,78	0,87	0,63 à 0,09	0,36	0,51
Mamill. Newmann. jeune.	0,79	0,79	0,47 à 0	0,23	0,56
Opuntia tomentosa	0,73 à 0,49	0,61	0,05 à 0	0,025	0,595

Pour quelques-unes de ces plantes, les expériences réalisées ne sont pas assez nombreuses, et l'évaluation des moyennes repose sur trop peu d'observations. Et cependant, l'échelle des *différences des moyennes*, disposées, suivant leur valeur croissante, présente un classement à peu près irréprochable des plantes suivant l'ordre croissant de leur carnosité. (La carnosité étant définie, soit par le développement du parenchyme, soit par la proportion d'eau contenue dans la plante.)

Ainsi les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ *chez les plantes grasses dépendent de la carnosité de ces plantes.*

Comment interpréter une semblable conclusion ?

B. — *Causes des variations du rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *chez les plantes grasses.*

Chez les plantes grasses, *toutes choses égales d'ailleurs*, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ concernant une espèce donnée est toujours plus petit la nuit que le jour.

De deux choses l'une :

1° La quantité d'oxygène absorbée est plus grande pendant la nuit que pendant le jour;

2° La quantité d'acide carbonique dégagée est plus petite la nuit que le jour.

Pour résoudre cette question, j'ai fait quelques remarques :

a. Une même tige de *Sedum acre*, soumise à l'obscurité à la température de 26° pendant la journée du 29 juin et à la température de 24° pendant la nuit du 29 au 30 juin, m'a donné pour $\frac{CO^2}{O}$: $\begin{cases} J = 0,96 = \frac{69,5}{72,3}; \\ N = 0,84 = \frac{60}{71,35}. \end{cases}$

b. Les expériences réalisées avec le *Crassula arborescens*, dans la journée du 25 mars, à la température de 14°, et dans la nuit du 3 au 4 mai, à la température de 18°, n'ont fourni pour $\frac{CO^2}{O}$: $\begin{cases} J = 0,89 = \frac{19,4}{21,7}, \\ N = 0,24 = \frac{6,1}{25,75}. \end{cases}$

Dans ces deux cas, *les quantités d'oxygène absorbées par heure et par gramme de poids frais, toutes choses égales d'ailleurs, sont sensiblement égales ;* c'est la quantité d'acide carbonique dégagée pendant la nuit qui est plus faible que pendant le jour. Le végétal est donc, nuit et jour, le siège de phénomènes d'oxydation également intenses :

— Ou bien, alors, l'acide carbonique (qui résulte de cette oxydation pendant le jour), au lieu de sortir du végétal *pendant la nuit*, y reste à l'état de dissolution ou de combinaison faible et est réduit par l'action chlorophyllienne à la lumière ;

— Ou bien une oxydation incomplète des produits organiques détermine l'apparition, chez la plante, d'acides végétaux riches en oxygène qui, s'y accumulant pendant la nuit, lui communiquent une réaction acide.

La première hypothèse est controuvée par l'expérience. Soumettant la plante au vide, on n'en extrait qu'une très faible proportion d'acide carbonique.

Au contraire, la deuxième hypothèse est confirmée. Detmer (6) a signalé l'acidité plus grande des plantes grasses pendant la nuit, et Mayer (7) a fait connaître l'acide isomalique comme produit dans ces conditions par les Crassulacées.

Pourquoi la plante, soumise à l'obscurité pendant le jour, dégage-t-elle une plus grande quantité d'acide carbonique que pendant la nuit : c'est donc qu'elle ne continue pas à former des acides organiques? Hugo de Vries (1) a montré, chez certaines plantes grasses soumises à l'obscurité pendant plusieurs jours, que les acides formés en abondance dans la première nuit, par suite de l'influence du jour précédent, sont ensuite progressivement détruits, de telle sorte qu'après être restées pendant des semaines à l'obscurité, ces plantes ont à peu près perdu leur acidité.

Dès lors, la destruction des acides organiques, avec dégagement d'acide

(1) Hugo de Vries, *Ueber die Periodicität im Saüre-Gehalte der Fettpflanzen*. (*Naturkunde*, Amsterdam, 1884.)

carbonique, commençant dès les premières heures du jour, se continue quelle que soit l'exposition de la plante, à la lumière comme à l'obscurité.

Ce que Hugo de Vries n'a pas ajouté, c'est que ce phénomène n'est pas applicable à toutes les plantes grasses, au même degré. Celles dont la carnosité est le plus prononcée sont aussi celles pour lesquelles le maximum de production d'acide malique n'est pas atteint en une nuit. Aussi *ces dernières plantes*, pour lesquelles le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est voisin de zéro pendant la nuit, présentent-elles pendant le jour une valeur plus grande de ce même rapport, valeur toujours très inférieure à l'unité cependant.

En effet, continuant à fabriquer des acides organiques, en moindre quantité il est vrai, elles dégagent moins d'acide carbonique que les plantes saturées de ces acides à la fin de la nuit.

Telle me paraît être l'explication la plus convenable du phénomène que je viens d'analyser.

§ 4. — Conclusions générales

Les conclusions suivantes se dégagent de l'étude de la respiration des plantes grasses comparée à celle des plantes ordinaires :

1° A poids frais égal et dans les mêmes conditions expérimentales, l'intensité de la respiration est d'autant plus grande que la plante a un parenchyme moins développé. La respiration est donc plus active chez les plantes ordinaires que chez les plantes grasses.

2° Pour une même plante, les échanges gazeux sont d'autant plus considérables que la température est plus élevée.

Ces deux conclusions que je viens d'énoncer résultent du simple examen des nombres précédemment cités.

3° Le rapport $\frac{CO^2}{O}$, *constant chez les plantes ordinaires* prises à un même état de développement, *varie chez les plantes grasses* placées dans les mêmes conditions à l'obscurité, soit pendant le jour, soit pendant la nuit. — Les valeurs de ce rapport, pendant le jour et pendant la nuit, sont d'autant plus éloignées, pour une plante grasse donnée, que ce végétal est plus charnu.

4° La faiblesse du rapport $\frac{CO^2}{O}$ pendant la nuit est due moins à un ralentissement des phénomènes d'oxydation du végétal qu'à l'accumulation dans ses tissus d'acides organiques riches en oxygène (1).

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. le professeur Gaston Bonnier.

M. le Dr TRABUT

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

GÉOTROPISME POSITIF CHEZ LES JEUNES FEUILLES DU CYCLAMEN REPANDUM

— Séance du 21 septembre 1891 —

Dans le cours d'une exploration botanique, dans la Kabylie orientale, faite de concert avec mon collègue et ami Battandier, j'ai trouvé dans une petite ravine traversée par le chemin de Guerrouch à Aïn-Maberd, au sud de Djidjelli, une station du *Cyclamen repandum* en pleine floraison, le 9 juin. Une provision de tubercules de cette jolie plante fut expédiée à Alger au Jardin botanique pour y représenter notre forme algérienne qu'il sera toujours intéressant de composer avec les *Cyclamen repandum* des autres régions habitées par ce type.

Les tubercules expédiés perdirent rapidement feuilles et fleurs. La période de repos normal étant commencée, les pots contenant ces plantes furent tenus au sec. Aux premières pluies, fin septembre, les tubercules, bien que ridés et encore au sec, avaient déjà donné de petites feuilles réduites à un pétiole grêle rougeâtre, le limbe étant encore rudimentaire.

Les *Cyclamen* ainsi réveillés, placés assez profondément dans du terreau, reçurent toutes les pluies d'octobre et de novembre. Ne voyant pas sortir les jeunes feuilles déjà ébauchées en septembre, je pensai que mes plantes pourrissaient et pour m'en assurer je renversai quelques pots. Les feuilles s'étaient allongées; mais, au lieu de gagner la surface, elles étaient descendues jusqu'au fond du pot parallèlement suivant la verticale. A ce moment, une feuille présentait un long pétiole grêle se terminant par un renflement coudé en U portant à son extrémité un limbe rudimentaire. Il devint évident que ces pétioles étaient dirigés comme des racines normales par l'action de la pesanteur que l'on nomme géotropisme positif; la lumière n'a pu avoir d'action puisque les tubercules étaient à plusieurs centimètres sous le terreau.

Cette exception à la loi générale de l'influence directrice de la pesanteur, qui amène et maintient la feuille à la lumière, peut s'expliquer par une adaptation spéciale du *Cyclamen repandum* qui entre en végétation en automne, aux premières pluies, comme beaucoup d'autres *Cyclamen*; mais qui ne peut risquer ses feuilles au dehors dans la région monta-

gneuse, puisque le froid et la neige suivent de près les ondées qui l'ont réveillé. Les feuilles ainsi ébauchées se cachent donc profondément dans le terreau pour ne sortir qu'au printemps. Les *Cyclamen* automnaux reçoivent, au contraire, des pluies pendant l'été et peuvent fleurir dès le mois d'août comme le *Cyclamen europæum*, ou bien, si les pluies sont plus tardives, comme sur notre littoral, la température de l'automne est suffisamment élevée pour ne pas entraver la végétation; c'est dans ces conditions que fleurissent les *Cyclamen africanum* et *C. punicum*. On doit aussi voir dans ce fait un exemple de l'individualité de la plante décidant de la nature de l'effet des influences extérieures.

M. Pierre LESAGE

Docteur ès sciences, Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences de Rennes.

ACTION DU SEL MARIN SUR LES PLANTES

CULTURE DU *Raphanus sativus*

— Séance du 21 septembre 1891 —

I

Dans le but de continuer l'étude des plantes soumises à l'action du sel marin (1), j'ai cultivé cette année le *Raphanus sativus*. En choisissant cette espèce, j'avais en vue d'introduire une forme nouvelle dans mes recherches et de considérer un organe particulier en plus, le tubercule.

J'ai préparé les cultures de manière que le sel fût mélangé à du terreau ou employé en arrosages dans des solutions. Les proportions pour mille furent variées en se basant sur les faits déjà acquis. Voici l'ensemble de ces cultures disposées en cinq groupes :

1° Huit cultures sur terreau pur arrosé avec des solutions contenant 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 et 20 gr. p. 1000 de NaCl ;

2° Quatre cultures sur terreau contenant 2 gr. p. 1000 de sel et arrosé avec des solutions contenant 1, 2, 3 et 4 gr. p. 1000 de NaCl ;

(1) Voir PIERRE LESAGE. — Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles. *(Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1890).*

— Contributions à la biologie des plantes du littoral et des halophytes ; influence de la salure sur l'anatomie des végétaux. *(Broch. in-8°, 20 p. Rennes Oberthur, mai 1891.)*

3° Une culture sur terreau pur arrosé avec de l'eau de Vilaine. (C'est la culture type);

4° Quatre cultures sur terreau contenant 8 gr. p. 1000 de sel et arrosé avec des solutions contenant 1, 2, 3 et 4 gr. p. 1000 de NaCl;

5° Huit cultures sur terreau contenant 2, 4, 8, 12, 25, 50, 100 et 150 gr. p. 1000 de NaCl et arrosé avec de l'eau de Vilaine.

Les graines de radis, semées le 31 mai, donnèrent des pieds qui sortirent du sol :

Le 5 juin, dans les groupes 1 et 3;

Du 6 au 8 juin, dans le groupe 2 et les cultures contenant 2 et 4 gr. p. 1000 de NaCl, du groupe 5;

Le 10 juin, dans le groupe 4 et la culture contenant 8 gr. p. 1000 de NaCl du groupe 5;

Le 16 juin, dans la culture contenant 12 gr. p. 1000 de sel marin.

A aucune époque il n'est paru des pieds sur les sols contenant 25, 50, 100 et 150 p. 1000 de NaCl. C'est un résultat à consigner en passant.

Mais l'intérêt se porte aussi sur le retard qui se manifeste dans la germination sous l'influence de la salure. C'est ainsi que dans la culture contenant seulement 12 gr. p. 1000 de NaCl du groupe 5, les radis apparaissent onze jours après ceux du premier groupe. J'insiste sur ce point pour arriver à dire que les plantes ne peuvent guère être comparables d'un groupe à l'autre. C'est ce qui m'a engagé à suivre plus attentivement le développement des plantes du premier groupe pour le comparer à celui des plantes types du troisième groupe. Je ne m'occuperai donc ici que des neuf cultures qui composent ces deux groupes.

II

ALLURE GÉNÉRALE, ASPECT EXTÉRIEUR

Les arrosages spéciaux commencèrent le 8 juin. A ce moment, les neuf cultures étaient toutes semblables. Mais peu à peu des différences se produisirent; par exemple, dans la culture arrosée à 20 p. 1000 de NaCl, quelques pieds se fanèrent, puis disparurent; il en fut de même pour les arrosages à 15 et 10 p. 1000. Quoique souffrants, les radis ne disparurent complètement que dans la culture arrosée à 20 p. 1000 et encore seulement vers le 25 août. Ceci nous donne, jusqu'à présent, une nouvelle limite de la résistance du radis à la salure.

En même temps, la taille des plantes, les dimensions extérieures, la couleur et la consistance des feuilles accusaient des différences assez marquées.

Taille des plantes. — La tige, restée longtemps courte, se développa pour porter des fleurs, mais à des époques très diverses. C'est ainsi que les cultures

arrosées à 1, 2 p. 1000 portaient des fleurs dès la première quinzaine d'août, quand, au commencement de septembre, il n'y en avait pas encore dans celles qui étaient soumises aux arrosages contenant 10 et 15 p. 1000 de NaCl. Dans ces dernières, la tige était relativement très réduite.

Dimensions extérieures des feuilles. — Ces dimensions se trouvaient plus faibles dans les cultures très salées. Il faut aussi remarquer que la comparaison devenait parfois difficile, car, dans les cultures peu salées, les premières feuilles disparaissaient assez rapidement pour être remplacées par des feuilles plus grandes, d'un ordre plus élevé, tandis que, sur les sols fortement salés, les feuilles des premiers nœuds persistaient plus longtemps. Ceci exagérait encore, à l'œil, les différences de taille.

Couleur des feuilles. — La couleur des feuilles présentait des différences assez tranchées pour permettre de prendre des notes comme celles que j'extrais de mon cahier-journal.

Au 10 août, le feuillage a une coloration :

Vert sombre dans les cultures arrosées avec de l'eau de Vilaine pure ou contenant 1, 2, 3 et 4 p. 1000 de NaCl;

Vert tendre, arrosages à 5, 6 p. 1000;

Vert jaunâtre, arrosages à 7, 8 p. 1000.

Au 5 septembre, l'action plus prolongée du sel marin a eu pour résultat de tuer les radis dans les arrosages à 20 p. 1000 et de déplacer légèrement les colorations dans l'échelle que je viens de donner. A cette époque, en effet, j'ai constaté que la coloration était :

Vert sombre, dans les arrosages à l'eau de Vilaine pure ou contenant 1, 2, 3 p. 1000 de NaCl;

Vert tendre, dans les arrosages à 4 et 5 p. 1000;

Vert jaunâtre, dans les arrosages à 6 et 7 p. 1000.

On voit que la couleur verte s'atténue avec la durée des arrosages salés,

Consistance des feuilles. — Dans toutes les cultures les premières feuilles étaient plus grasses que celles d'un ordre plus élevé; mais elles l'étaient surtout sur les sols soumis aux arrosages fortement salés. Comme je l'ai dit déjà, ces premières feuilles persistaient le plus longtemps dans ces dernières cultures, il en résultait, pour les plantes, un aspect charnu comparable à celui de beaucoup d'espèces du bord de la mer.

III

ÉTUDE ANATOMIQUE DE LA FEUILLE

J'ai étudié plus spécialement : les deux premières feuilles, le 18 juin et le 7 juillet; les troisièmes feuilles, le 7 juillet et le 10 août; les sixièmes feuilles, le 10 août; et, le 4 septembre, des feuilles aussi comparables que possible, mais dont le rang ne pouvait plus se compter exactement.

J'ai mesuré l'épaisseur totale de ces feuilles, l'épaisseur occupée par les palissades, calculé le rapport de ces deux épaisseurs, et compté le nombre des assises palissadiques. J'ai ainsi obtenu des tableaux qui ne peuvent trouver place ici, mais qui m'ont permis de construire des courbes dont je puis, en peu de mots, donner l'allure générale. Pour construire

ces courbes, j'ai pris pour abscisses les différentes salures des arrosages ou, plus exactement encore, les quantités de sel passées dans les cultures jusqu'aux dates des récoltes et, pour ordonnées, les nombres des tableaux précédents.

Épaisseur de la feulle. — Dans les six cas que je viens d'indiquer, après des variations de peu d'importance dans les faibles salures, l'épaisseur de la feuille augmentait considérablement avec la quantité de sel, surtout dans les arrosages à 10, 15 et 20 p. 1000. Voici un exemple :

Dans la récolte du 10 août, les feuilles des plantes arrosées à 15 p. 1000 de NaCl mesuraient 65 à 78 d'épaisseur, quand celles des radis arrosés à l'eau de Vilaine pure n'avaient que 30 à 42.

Cellules palissadiques. — La feuille était bifaciale et les palissades occupaient, à la partie supérieure, une épaisseur voisine de la moitié de l'épaisseur totale de la feuille ou une épaisseur plus grande que cette moitié. Ainsi dans les feuilles que je viens de citer, le rapport des deux épaisseurs était de 0,70 à 0,75 pour l'arrosage à 15 p. 1000 et de 0,50 à 0,59 pour l'arrosage à l'eau de Vilaine pure.

Les courbes faites avec ces rapports pour ordonnées indiquaient que les palissades occupaient dans le parenchyme foliaire une épaisseur relative augmentant surtout avec les arrosages très salés. Elles étaient de même sens que les courbes des épaisseurs totales.

Les nombres d'assises palissadiques donnaient encore des courbes comparables et sensiblement parallèles aux précédentes.

En général, toutefois, les palissades n'étaient pas exagérées, même dans les cas les plus favorables. Je dois signaler, dans la récolte du 10 août, une troisième feuille prise dans la culture arrosée à 20 p. 1000, qui se distinguait cependant à ce point de vue. En effet, au-dessous des palissades proprement dites se trouvait un parenchyme formé de cellules assez rapprochées, serrées même, réduisant ainsi de beaucoup les méats intercellulaires, et se disposant presque en palissades.

Chlorophylle. — J'ai déjà dit un mot de la coloration du feuillage; j'ajouterai que, dans les cas extrêmes, par exemple dans la feuille récoltée le 10 août et dont je viens de parler à l'instant, les grains de chlorophylle étaient désagrégés. De plus, à la récolte du 4 septembre, les feuilles des cultures arrosées à 10 et 15 p. 1000 de NaCl présentaient des grains de chlorophylle plus petits et certainement moins nombreux que dans les autres cultures.

Amidon. — Toutes ces feuilles avaient été recueillies dans l'après-midi et à la même heure pour chaque récolte. Elles furent examinées sur des coupes ou sur des fragments traités soit par le chlorure de calcium iodé, soit par le chloral iodé.

Dans la récolte du 18 juin, aucune feuille ne donna la coloration caractéristique de l'amidon. Il en fut de même pour les premières feuilles récoltées le 7 juillet.

Les troisièmes feuilles, recueillies le même jour, accusèrent, dans certaines cultures, de l'amidon autour des nervures, en particulier de la nervure principale. Le maximum se trouvait dans les feuilles des radis arrosés à 3 et 4 p. 1000 de NaCl. Au 10 août, il y avait à noter deux maxima intéressants, l'un compris entre 0 et 2 p. 1000 de NaCl, l'autre correspondant à 10 p. 1000. Enfin, le 4 septembre, j'ai trouvé de l'amidon dans le parenchyme et autour

des nervures. Le maximum était aux environs de 2, 3 et 4 p. 1000, ce qui se rapproche des feuilles recueillies le 7 juillet.

Je dois mentionner, en passant, l'été exceptionnel que nous avons eu, cette année, dans la région. La quantité absolue de l'amidon dans les feuilles a dû se trouver en relation avec l'état spécialement nuageux du ciel et avec l'absence totale de lumière solaire directe pendant de trop nombreux jours.

IV

ÉTUDE ANATOMIQUE DU TUBERCULE

J'ai étudié le tubercule sur des récoltes faites le 18 juin, le 7 juillet, le 10 août et le 28 août (1).

Ce tubercule est formé par la région hypocotylée et la partie supérieure de la racine. Il débute dans cette dernière partie par un petit renflement qui progresse de bas en haut en même temps qu'il augmente de diamètre. Il est formé par des tissus secondaires qui, au début, se développent surtout suivant deux directrices alternant avec les deux feuilles cotylédonnaires et avec les deux faisceaux ligneux primaires de la racine. Ce développement s'accompagne de la rupture de l'écorce primaire suivant ces deux directrices, rupture séparant deux bandes qui persistent très longtemps sur le tubercule au-dessous des deux premières feuilles tant qu'elles subsistent.

Le radis complètement développé comprend une écorce secondaire parenchymateuse réduite, du liber secondaire, un anneau de cambium et une région centrale très développée formée d'îlots de vaisseaux ligneux plongés dans un parenchyme abondant. C'est ce qu'on distingue sur la coupe transversale.

Les différences que j'ai constatées dans ce tubercule ont surtout porté sur le diamètre et sur la quantité d'amidon. J'ai bien encore reconnu des variations dans le nombre des cellules spéciales, cellules à myrosine (2); mais je remets leur étude à plus tard. Je ne m'occuperai ici que de l'amidon.

Au 18 juin, l'écorce primaire subsistait encore et je n'ai trouvé que de faibles différences dans la quantité d'amidon contenu dans les portions d'endoderme opposées aux deux faisceaux ligneux primaires et quelquefois dans le parenchyme cortical situé en face de ces régions. Dans les secteurs alternes, la résorption commençait et préparait la rupture dont j'ai parlé.

(1) Voir PIERRE LESAGE. Sur la quantité de l'amidon contenu dans les tubercules du radis. *(Comptes rendus Ac. des sc. séance du 7 septembre 1891.)*

(2) Voir L. GUIGNARD. Sur la localisation des principes actifs des crucifères. *(Journal de Botanique 189).*

Dans la récolte du 7 juillet, les tubercules présentaient encore tout ou partie de leur écorce primaire.

Je n'ai pas rencontré d'amidon dans les arrosages à l'eau de Vilaine pure ou contenant 1, 2, 3, 4 p. 1000 de NaCl; il s'en trouvait par ailleurs : des traces à 20 p. 1000 et deux maxima dont l'un à 5 et l'autre à 15 p. 1000.

Au 10 août, les radis sont bien développés et l'amidon se trouve représenté sensiblement de la manière suivante :

Pas d'amidon, dans les arrosages à l'eau de Vilaine pure ou contenant 1, 2 et 20 p. 1000 de NaCl;
Traces d'amidon, à 15 p. 1000;
Très peu d'amidon, à 3 et 5 p. 1000;
Peu d'amidon, à 10 p. 1000;
Beaucoup d'amidon, à 4 p. 1000.

Ces renseignements, tout approximatifs qu'ils soient, montrent que l'amidon est en plus grande quantité dans les arrosages à 3, 4, 5 et 10 p. 1000 de NaCl et qu'il ne s'en trouve pas dans les cultures arrosées à l'eau de Vilaine. C'est ce qu'il faut retenir.

Enfin, le 28 août, j'ai étudié des tubercules en prenant les plus gros et les plus petits de chaque culture, ces derniers étant déjà surmontés d'une tige plus ou moins longue suivant la culture ainsi que je l'ai montré. Dans les deux cas, j'ai obtenu des résultats concordants quant à l'amidon; il y avait un maximum entre les arrosages à 5 et 10 p. 1000, quand ailleurs on trouvait peu ou pas d'amidon.

Il est certain, d'après cette étude, que les arrosages à l'eau de Vilaine contenant 4, 5 et 10 p. 1000 de NaCl favorisent l'emmagasinage de l'amidon, emmagasinage qui ne se produit pas d'ordinaire dans les radis, comme j'ai pu le constater sur des tubercules d'âges différents et de diamètres variés, pris dans des cultures maraîchères normales. Là, en effet, comme dans les arrosages très peu salés, de même encore que dans les arrosages les plus salés, l'amidon ne s'accumule que peu ou point du tout.

Il y a lieu de distinguer ici la présence de l'amidon dans les tubercules de l'existence de l'amidon dans les feuilles. Dans le dernier cas, cette présence est liée immédiatement à l'assimilation du carbone, comme l'indique le principe de Schimper (1) : « En général, dans le processus de l'assimilation, il se forme du glucose, et l'amidon naît de ce glucose quand la quantité de ce dernier dépasse, dans la cellule, un maximum déterminé, variable selon l'espèce. » La quantité d'amidon dans les feuilles dépend de l'énergie de l'assimilation, elle dépend aussi de la vitesse de

(1) A. F. W. Schimper, Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblættern. *Bot. Ztg, 1885.)*

translation des produits assimilés, de telle sorte qu'elle peut varier dans un temps relativement court; c'est de l'amidon transitoire.

Il n'en est plus exactement de même dans les organes de réserve, en particulier dans les tubercules où l'amidon n'a pas à subir des variations aussi brusques et ne se trouve pas directement sous l'influence des agents extérieurs. Ajoutons encore que, dans les tubercules, suivant l'espèce à laquelle ils appartiennent, l'amidon peut être normalement abondant, coexister avec d'autres produits de réserve, ne pas exister du tout ou seulement à l'état de traces. Je citerai, par exemple, la pomme de terre comme appartenant à la première catégorie, le navet à la seconde, le radis à la troisième. La première catégorie et même les deux premières catégories accumulent l'amidon pour un temps très long, ce n'est plus transitoirement à proprement parler, et ce sont ces tubercules que j'ai en vue dans ce que je viens de dire. Dans le radis, les matériaux ultimes de la réserve ne comprennent pas d'amidon; dans les états intermédiaires, ce corps est rare normalement. Serait-ce alors un terme de passage des produits assimilés aux réserves, terme de passage fugace dans les conditions ordinaires, mais dont la fixation abondante, au moins transitoire, pourrait être déterminée par certaines proportions de sel marin?

Ces considérations étant présentées, il me reste à rapprocher les divers maxima trouvés tant dans les feuilles que dans les tubercules. Ces maxima oscillent entre les arrosages à 4 et 10 p. 1000 dans les tubercules et autour de 3 et 4 p. 1000 dans les feuilles. Ceci me reporte au maximum situé entre 2,5 et 10 p. 1000 et trouvé dans l'étude du *Lepidium sativum* (1).

V

RÉSULTATS

Les cultures du radis m'ont ainsi donné des résultats parmi lesquels je puis citer les suivants comme utilisables dans l'étude de l'action du sel marin sur les plantes :

1° Dans les sols additionnés de sel marin et arrosés à l'eau de Vilaine, la germination est retardée de onze jours quand la porportion atteint 12 p. 1000.

2° Dans ces mêmes sols, la végétation est complètement arrêtée à 25 p. 1000 de NaCl.

3° Dans les sols arrosés avec des solutions de sel marin, la végétation est retardée, au moins dans les fortes salures (10 et 15 p. 1000).

4° Dans ces mêmes arrosages, les radis, après avoir souffert pendant

(1) Voir PIERRE LESAGE. Influence de la salure sur la quantité de l'amidon contenu dans les organes végétatifs du *Lepidium sativum*. *(Comptes rendus, Ac. des Sc. séance du 20 avril 1891.)*

plus de deux mois, sont complètement disparus dans la culture arrosée à 20 p. 1000 de NaCl.

5° La taille des plantes et les dimensions extérieures des feuilles se réduisent quand la salure augmente.

6° La couleur des feuilles passe au vert jaunâtre dans les sols les plus salés.

7° Sur les plantes arrosées avec des solutions très salées, les premières feuilles sont grasses et persistent longtemps, ce qui donne l'aspect charnu à ces plantes.

8° Les feuilles augmentent d'épaisseur avec la salure.

9° Les palissades sont plus développées dans les cultures les plus salées.

10° La chlorophylle diminue et les grains tendent à disparaître dans les fortes salures.

11° Dans les feuilles, la quantité d'amidon présente des maxima oscillant autour des arrosages à 3 et 4 p. 1000 de NaCl.

12° Dans les tubercules, les arrosages avec des solutions contenant 4, 5 et 10 p. 1000 de NaCl favorisent l'emmagasinage de l'amidon.

M. SAMBUC

Professeur suppléant à l'École de Médecine d'Alger.

SIMILITUDE DES FLORES D'AMÉRIQUE ET D'AFRIQUE DU SUD

— Séance du 21 septembre 1891 —

Les matériaux actuellement recueillis dans l'exploration scientifique de l'Afrique permettent de faire quelques hypothèses relatives au peuplement végétal de ce continent. Un fait est depuis longtemps acquis à la science, c'est l'étroite analogie, déjà signalée par de Candolle, entre la flore de l'Inde d'une part, et d'autre part celle de la partie septentrionale du continent africain. Il nous a été personnellement possible, par nos séjours successifs dans ces deux régions, de vérifier cette remarquable parenté, dont la permanence s'explique du reste par une certaine analogie entre les climats de ces deux régions. Le climat du Sénégal et celui de l'Inde présentent des allures semblables ; ainsi on retrouve parfaitement sur le littoral sénégalien un balancement annuel des vents qui rappelle l'alternance régulière des moussons dans la mer des Indes.

Mais ce n'est pas sur cette parenté, aujourd'hui acquise, des flores de l'Inde et de l'Afrique septentrionale que nous voulons attirer l'attention. Nous nous proposons de rechercher quelles peuvent être les autres affinités de la flore africaine.

La seule inspection d'une mappemonde nous impose l'obligation d'étudier les rapports qui peuvent exister entre la flore de l'Afrique et celle de l'Amérique. Les deux continents sont en effet fort rapprochés en certains points, et du Cap Vert aux environs de Pernambuco, la distance est peu considérable. On pourrait donc s'attendre à trouver des rapports entre les flores du Sénégal et du Brésil. Or, il n'en est rien : les affinités de la flore sénégalaise sont surtout indiennes. Mais il n'en est plus de même si l'on descend vers le sud de la côte occidentale d'Afrique. Dans les parties méridionales de la Sénégambie, qui constituent une province botanique nettement distincte des parties septentrionales, nous trouvons une méliacée, *Carapa touloucouna*, très voisine de *Carapa guianensis* de la Guyane. Plus au sud, dans notre colonie du Gabon, nous rappellerons le *Quassia africana* de M. Baillon, voisin du *Quassia amara* bien connu de l'Amérique du Sud. Dans cette même région, d'après les échantillons rapportés par la mission de Brazza, M. Bureau a signalé, pour la seule famille des graminées, cinq espèces identiques à des types sud-américains. Enfin, dans le triangle austral de l'Afrique, Welwitsch a montré des analogies américaines dans les formes de la famille des cactées. Il semble donc qu'on peut considérer comme acquise la loi suivante : En Afrique, les affinités américaines de la flore augmentent quand on va du nord au sud.

Ce résultat paraît paradoxal à première vue, car la distance entre les deux continents africain et américain va grandissant dans l'hémisphère austral. Il est, en tous cas, en contradiction formelle avec l'hypothèse proposée par Grisebach *(la Végétation du Globe)* pour expliquer le peuplement de l'Afrique par certaines formes américaines. Ce savant estime que ce peuplement est dû à un phénomène de transport par l'intermédiaire de la ramification sénégambienne du Gulf-Stream. Dans cette hypothèse, le maximum d'affinités américaines devrait se rencontrer sur la côte du Sénégal abordée par ce courant ; or, l'observation montre que c'est là précisément que se trouve le minimum. De plus, comme le Gulf-Stream prend naissance dans la partie septentrionale de la mer des Antilles, il devrait donc avoir donné à l'Afrique des formes appartenant aux Antilles, ou même à la partie méridionale des Etats-Unis ; or, lorsqu'on rencontre dans la flore africaine une forme végétale des Antilles, on peut être sûr que cette forme n'est pas spécialement localisée dans cet archipel et se trouve aussi dans le continent sud-américain. L'hypothèse de Grisebach ne paraît donc pas soutenable.

Remarquons, du reste, qu'il existe certaines affinités, restreintes il est vrai, entre la flore africaine et celle de Madagascar. Citons, par exemple, le genre *Erythrophlœum*, représenté en Afrique par *E. guineense*, et à Madagascar par *E. couminga*. Ce genre offre, du reste, une troisième espèce, *E. Laboucheri*, signalée en Australie. Ces faits nous amèneraient à l'étude d'un problème plus vaste, celui des rapports qui paraissent exister entre les flores des parties australes des terres émergées (Amérique du Sud, Afrique du Sud, Madagascar, Australie). Nous ne voulons point entrer ici dans l'étude d'une pareille question. Mais, pour expliquer ces affinités qui paraissent bien constatées, ne pourrait-on pas admettre que le pôle sud a joué dans l'hémisphère austral, comme centre de dispersion, un rôle analogue à celui que le pôle nord a rempli dans notre hémisphère? Le refroidissement progressif du globe a certainement commencé par les pôles; et c'est par conséquent dans ces régions que les plantes ont dû trouver tout d'abord les conditions optima nécessaires à leur développement. Puis, de là, elles seraient remontées vers l'équateur, le long des divers continents, par un mouvement progressif inverse de celui qui paraît s'être produit dans l'hémisphère boréal. Mais ici surgit une importante question. Si les deux pôles ont été des centres d'expansion, je n'ose dire de création, ces centres ont-ils été indépendants? Nous n'essaierons même pas une réponse à ces difficiles problèmes d'origine, que l'on trouve quand on va au fond de maintes questions de science positive, et qui, on peut le dire, semblent envelopper tant d'autres problèmes.

M. le Dr VUILLEMIN

Chef des travaux d'histoire naturelle à la Faculté de Médecine de Nancy.

SUR LA SUBORDINATION DES CARACTÈRES

— Séance du 21 septembre 1891 —

La subordination des caractères, cette pierre angulaire de la taxinomie, est aujourd'hui ébranlée. On a reconnu, en effet, qu'aucun caractère n'est également dominateur dans tous les groupes où il s'observe. Certains botanistes ont cherché dans la structure intime les propriétés immuables que la morphologie externe était impuissante à leur livrer. D'après une théorie assez en vogue, un groupe de caractères produits par une adap-

tation au milieu physique serait subordonné à un autre groupe comprenant les caractères héréditaires, qui n'auraient rien à faire avec les circonstances extérieures. Mes observations sur les Papilionacées ne permettent pas de considérer ces deux catégories de caractères comme irréductibles. Elles montrent, en effet, qu'une propriété, invariable dans tel groupe, où elle a été prise comme type de caractère phylétique (par exemple la disposition de l'appareil stomatique) présente dans tel autre groupe les plus amples transformations pour se mettre en harmonie avec les conditions d'existence de la plante.

Cette conclusion est d'ailleurs la seule compatible avec les lois de l'évolution, et l'on est tout d'abord surpris que des savants inféodés à la doctrine transformiste proclament, au profit de certaines particularités de structure, cette fixité qu'ils refusent à l'espèce et aux autres catégories définies par ces particularités mêmes. Une telle inconséquence trouve peut-être son explication dans ce fait que la diffusion des idées nouvelles sur les enchaînements du monde végétal n'a guère modifié la façon dont les taxinomistes envisagent les caractères. On se préoccupe beaucoup plus d'établir des barrières que des traits d'union.

Il m'a paru logique d'étudier la variation des caractères dans un *phylum*, c'est-à-dire dans une série illimitée de plantes unies par la filiation, plutôt que dans une famille, une tribu ou toute autre section définie par un caractère choisi d'avance et arbitrairement. J'ai choisi pour cette étude le phylum des *Anthyllis*.

Reconnaissant, d'autre part, que la considération exclusive des ressemblances n'a jamais conduit qu'à séparer les espèces dans des cadres clos, je me suis attaché à noter les différences entre les plantes dont je soupçonnais la parenté et à chercher dans quelle mesure les caractères discordants sont réductibles entre eux. Quoi de plus propre à révéler la filiation de deux espèces qu'un caractère qui représente, chez la seconde, un degré plus avancé de l'évolution du caractère correspondant chez la première ? Au lieu de m'adresser, pour l'appréciation des caractères considérés *a priori* comme dominateurs, aux groupes où ils sont invariables, je les ai suivis dans les séries où ils se transforment pour saisir les circonstances de leur évolution. C'est, en effet, en prenant sur le fait les conditions de la variation que nous apprendrons à connaître les lois de la fixité des caractères.

D'une longue série de recherches conduites d'après ces principes, j'ai tiré les conclusions suivantes : Aucun caractère relevant soit de la morphologie externe, soit de la structure intime n'a une dignité absolue. Chaque caractère se transforme comme les divers groupes qu'il sert à définir et varie en dignité d'une série à l'autre, conformément aux lois mêmes de l'évolution. Il passe par les trois stades principaux de progrès, d'état, de

déclin, auxquels correspondent les termes de caractères *cénogéniques*, *palingéniques*, *hyperpalingéniques*.

Chaque caractère, malgré les corrélations qui existent entre les divers organes, offre dans son évolution une allure qui lui est propre et, pour en faire une application exacte à la classification, il faut soumettre chaque groupe où l'on veut l'utiliser à de patientes recherches de morphologie comparée.

M. L.-Jules LÉGER

Licencié ès sciences naturelles, Préparateur à la Faculté des Sciences de Caen.

LES DIFFÉRENTS ASPECTS DU LATEX DES PAPAVÉRACÉES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Sous le nom de Papavéracées, nous réunirons, à l'exemple de nombreux auteurs, les deux familles des Papavéracées de de Jussieu et des Fumariacées de de Candolle.

Nous ne présenterons ici qu'un rapide résumé d'observations qu'il nous a été donné de faire sur la manière d'être du latex des Papavéracées; nous ne nous occuperons pas de la nature et de la répartition des éléments qui le renferment.

Dans le genre *Papaver*, le latex est un liquide laiteux, épais, ordinairement blanc, quelquefois jaune-citron, contenant en suspension une infinité de globules extrêmement petits ; les plus gros de ceux-ci, chez le *P. somniferum*, par exemple, atteignent à peine 1/3 à 1/2 μ de diamètre. Les globules sont tellement nombreux qu'une goutte de latex de *Papaver*, examinée au microscope, les montre intimement accolés les uns aux autres. Le latex des Pavots présente le même aspect chez les jeunes plantes que chez les individus adultes.

En outre du latex ci-dessus, nous noterons ici la présence chez les *Papaver*, principalement chez ceux de la section des *Rhœades* (L.; Elkan.), d'un suc coloré, localisé en des endroits très restreints, particulièrement à la base des jeunes pétioles, dans l'assise sous-épidermique. Ce suc est rouge-groseille, limpide, sans aucunes granulations. Les éléments qui le contiennent sont semblables aux autres cellules sous-épidermiques, quoique souvent plus allongés. Ce liquide coloré ne présente donc aucune

ressemblance extérieure avec le latex ; cependant, à cause de certaines particularités qui seront signalées plus tard dans différents genres, il est nécessaire de le mentionner ici.

Le *Meconopsis cambrica* et le *Rœmeria hybrida* nous montrent un latex presque complètement identique à celui des *Papaver :* il est blanc et ne varie pas d'aspect aux différents âges de l'individu. Celui du *Meconopsis* est bien moins abondant dans les vieilles plantes que dans les jeunes. Chez ces deux espèces, on remarque aussi, mais le plus souvent avec difficulté, un suc rouge, limpide et peu teinté, dans l'assise sous-épidermique, principalement à la base des pétioles.

Dans les genres *Argemone* et *Chelidonium* également, le latex est toujours un liquide laiteux, épais et abondamment pourvu de globules; il est fortement coloré en jaune-citron chez le premier et en jaune-orangé plus ou moins rouge chez le dernier ; dans ces deux genres, il se retrouve jusque dans les vieilles plantes; il est toutefois plus abondant chez la Chélidoine. Les *Argemone* possèdent d'assez nombreuses cellules sous-épidermiques à suc groseille, dans diverses régions des feuilles et des tiges, même dans les organes adultes ; ces éléments sont rares, au contraire, dans le genre *Chelidonium*.

Le latex du *Bocconia cordata*, à l'âge adulte, est jaune plus ou moins orangé. Il contient encore des granulations, mais bien moins nombreuses que dans les plantes précédentes ; il est donc beaucoup moins épais et plus aqueux. En outre, on y remarque de nombreux corps arrondis plus gros que les globules habituels, blancs, brillants, réfringents, assez semblables à des grains amylacés ; mais la teinture d'iode les dissout sans les colorer. Dans les parties âgées des organes aériens, le latex devient très rare ou même disparaît complètement. Les tiges et les feuilles adultes possèdent de nombreux éléments sous-épidermiques à suc groseille.

Si nous examinons maintenant l'axe hypocotylé et la partie basilaire de la racine d'une toute jeune plante de *B. cordata*, ainsi que la tige principale, lorsqu'elle commence à se développer, nous y rencontrons quelques laticifères situés dans les parties périphériques des faisceaux, au voisinage de l'endoderme, ou quelquefois dans cette assise ou extérieurement et à peu de distance, selon les organes. Le contenu de ces laticifères n'est plus le suc orangé et granuleux que nous venons de considérer, mais un liquide rouge-groseille, limpide, sans globules, et absolument semblable au suc qui a été vu dans les assises sous-épidermiques des divers genres précédents. Dans le reste de la racine, les laticifères sont exactement situés comme dans sa région basilaire, mais leur contenu est jaune et granuleux.

Les jeunes branches axillaires, croissant sur des individus adultes, renferment des laticifères répartis comme ceux de la jeune tige principale;

mais, tandis que dans celle-ci le latex est rouge-groseille et dépourvu de granulations, dans les premières il est jaune et laiteux.

Le *Bocconia* nous montre donc, pour la première fois, une différence entre le latex des jeunes plantes et celui des plantes adultes.

Le genre *Sanguinaria*, offrant d'étroites affinités avec le genre *Bocconia*, présente probablement ces mêmes particularités, mais nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier de jeunes plantes de ce genre. A l'état adulte, le latex du *Sanguinaria canadensis* est rouge-orangé ou rouge-sang et renferme de nombreux globules assez gros. L'assise sous-épidermique du pétiole contient de nombreux éléments à suc groseille et limpide.

Cette particularité de la variation dans la nature du latex, que nous venons de voir chez le *Bocconia*, se rencontre bien mieux caractérisée dans le genre *Glaucium*. Nous avons eu précédemment l'occasion de la signaler avec quelques détails (1), nous n'en dirons ici que quelques mots. Dans l'axe hypocotylé de très jeunes germinations, de même que dans de jeunes pousses formées sur de vieilles souches, le suc des premiers laticifères caractérisés est groseille et limpide. Plus tard, il devient, au moins en grande partie, d'abord rouge-orangé, puis insensiblement orangé et jaune-citron, sans cesser d'être dépourvu de granulations. Pendant ce temps, de nouveaux laticifères se caractérisent dans les tissus nouveaux; leur suc est presque toujours orangé ou jaune dès l'origine, mais également limpide. Avec les progrès de l'âge, ces divers latex deviennent jaune d'or, brillants, réfringents, tout en restant longtemps encore dépourvus de granulations; ce n'est que très tardivement et comme transformation ultime, qu'ils peuvent enfin se charger de globules; encore cette dernière transformation ne se produit-elle pas toujours. Ces stades successifs se laissent facilement suivre chez le *G. luteum*.

Les assises sous-épidermiques des jeunes tiges et des jeunes pétioles de *Glaucium* contiennent de nombreux éléments à suc rouge, identiques d'aspect à celui des premiers laticifères et présentant même de nombreuses réactions semblables. De plus, il n'est pas rare de voir, surtout à la base des jeunes pétioles, le suc de certains éléments sous-épidermiques passer progressivement par la teinte orangée et acquérir même la couleur jaune d'or et devenir réfringent comme le contenu de certains laticifères des tissus internes.

Les organes aériens des *Glaucium* sont dépourvus de latex à l'âge adulte.

Les toutes jeunes plantes du genre *Eschscholtzia* semblent complètement dépourvues de laticifères. Les premiers sucs colorés que renferment les germinations se forment d'abord dans les racines; ils sont jaunes et fai-

(1) *Les laticifères des Glaucium et de quelques autres Papavéracées. (Bull. de la Soc. linnéenne de Normandie)*, 4e série, 5e volume, 2e fasc. 1891, p. 124.

blement granuleux; ils apparaissent ensuite dans la base de la racine principale et dans l'axe hypocotylé. Lorsque la plante possède de six à dix feuilles, il commence à se développer, dans la tige et l'axe hypocotylé, un suc rouge, non granuleux, semblable à celui des *Glaucium*. L'existence de ce suc est plus éphémère que chez les *Glaucium*, il disparaît ou se transforme en latex laiteux. Ce dernier est très peu abondant ou manque même dans les organes aériens de la plante adulte.

Nous ne nous étendrons pas sur le genre *Hypecoum*, rangé ordinairement parmi les Fumariées. Il possède, dans son jeune âge, un latex groseille et limpide dont la manière d'être est semblable à celui des *Eschscholtzia*.

Les autres Fumariées renferment également des éléments à suc coloré. Ces éléments ont été considérés par M. Zopf comme des réservoirs de nature particulière. Il les a regardés tout d'abord comme des canaux à tannin et à anthocyanine (1); plus récemment, il leur a attribué le rôle de réservoirs à alcaloïdes (2). Pour M. Heinricher, ce sont des canaux à huile (3). Nous basant sur certains des faits qui viennent d'être présentés ainsi que sur la nature et le contenu de ces éléments, nous les avons toujours considérés comme de véritables laticifères (4). Mais, tandis que chez certaines Papavérées, lorsque le latex offrait un aspect particulier dans le jeune âge, il subissait ultérieurement une série de transformations l'amenant à l'état laiteux, chez les Fumariées, sauf le genre *Hypecoum*, ces transformations sont beaucoup moins accusées ou peuvent être nulles.

Chez le *Fumaria capreolata*, le latex est rouge-groseille dans le jeune âge. Peu à peu, il passe par la coloration orangée pour atteindre la couleur jaune-citron. Ici s'arrête sa transformation, car il reste toujours limpide. Il en est de même pour le latex de la racine et celui des tissus secondaires de la tige, qui généralement est, d'emblée, de couleur jaune-citron.

Dans d'autres espèces appartenant au genre *Fumaria* ainsi qu'aux genres *Dicentra, Adlumia, Corydalis*, le latex conserve sa coloration rouge-groseille, dans les organes aériens, pendant toute la vie de la plante. Quelques-unes, cependant *(Adlumia cirrhosa, Corydalis solida)* présentent quelquefois dans la tige et les pétioles quelques laticifères à suc jaune.

Chez les Fumariées, suivant les espèces, le suc rouge peut être persistant ou disparaître à l'âge adulte.

(1) W. ZOPF, *Ueber die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen und einiger anderen Pflanzen. (Bibliotheca botanica.* Heft 2. 1886, Cassel.)

(2) W. ZOPF, *Zur physiologischen Deutung der Fumariaceen-Behälter. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft.* Bd. IX, 1891, p. 107.)

(3) HEINRICHER, *Vorläufige Mittheilung über die Schlauchzellen der Fumariaceen. (Berichte d. deut. bot. Gesellschaft.* Bd. V, 1887, p. 233.)

HEINRICHER, *Nochmals über die Schlauchzellen der Fumariaceen. (Berichte d. deut. bot. Gesellschaft.* Bd. IX, 1891, p. 184.)

(4) L.-J. LÉGER, *L'appareil laticifère des Fumariacées. (Bull. de la Soc. linnéenne de Normandie.* 4e série, 4e volume, 1890, p. 103.)

L.-J. LÉGER, *Sur la présence de laticifères chez les Fumariacées. (C. R. de l'Acad. des sciences,* 1er décembre 1890.)

Le liquide groseille des cellules sous-épidermiques devient quelquefois orangé ou jaune-citron par endroits *(F. capreolata; C. solida)*.

En résumé, on voit que dans la famille des Papavéracées, certaines espèces, comme celles des genres *Papaver*, *Meconopsis*, *Rœmeria*, *Argemone*, *Chelidonium*, possèdent un latex blanc ou jaune, épais, laiteux, granuleux et identique à lui-même pendant toute la durée de la vie de la plante. D'autres espèces, au contraire, comme celles des genres *Bocconia*, *Eschscholtzia*, *Glaucium*, *Hypecoum*, renferment dans leurs organes aériens certains laticifères dont le suc, d'abord groseille et limpide, passe peu à peu par une série de colorations et de transformations avant d'arriver à l'état laiteux ordinaire. Le genre *Glaucium* nous permet particulièrement de suivre pas à pas toutes les phases de ces transformations. Dans d'autres espèces enfin (Fumariées, sauf *Hypecoum*), le latex reste toujours limpide ; chez les unes *(F. Capreolata)*, il peut encore changer peu à peu de coloration dans les organes aériens et devenir jaune, mais chez d'autres, il reste entièrement rouge ou ne prend la coloration jaune qu'en de rares endroits.

D'autre part, on voit que le latex est persistant, dans certaines espèces, pendant toute la vie de la plante et que, dans d'autres, il est très rare ou manque complètement chez les plantes âgées.

Enfin, nous voyons partout, dans les éléments sous-épidermiques de certaines régions de la tige et des feuilles, un suc coloré, absolument semblable d'aspect et par certaines réactions avec le suc rouge des jeunes laticifères des Fumariées, *Glaucium*, etc. Ce suc est d'autant plus rare que le latex de la plante est plus concret et plus abondant. Avec l'âge, le suc sous-épidermique subit quelquefois un changement de coloration *(Glaucium, F. capreolata)*. Dans le genre *Glaucium*, ce changement est assez fréquent en certains endroits, et le suc sous-épidermique peut prendre les caractères que présente le latex jaune d'or et réfringent, alors qu'il ne contient pas encore de globules en suspension.

M. Gaston BONNIER

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

LES VARIATIONS DE LA STRUCTURE CHEZ UNE MÊME ESPÈCE

— Séance du 24 septembre 1891 —

Dans les études que je poursuis depuis longtemps sur les variations de la forme extérieure et de la structure des plantes sous l'influence du climat alpin, j'ai porté mon attention sur les variations que l'on observe à l'état naturel dans la structure des divers individus d'une même espèce. Cet examen comparatif m'a montré que les questions de l'influence du climat sur la structure ne peuvent être étudiées complètement si l'on n'a pas recours à des expériences de culture. C'est pour cela que j'ai commencé, depuis 1884, à installer des cultures comparées, sur le même sol, à diverses altitudes, dans les Alpes et dans les Pyrénées.

Je ne rappellerai pas ici les résultats que j'ai déjà obtenus sur les modifications de la structure et des fonctions des végétaux (1). Je voudrais seulement montrer par quelques exemples combien est complexe l'étude de l'influence qu'exerce le climat sur la structure d'une plante donnée. En même temps, ces exemples permettront de signaler les importantes modifications que présentent parfois les tissus chez une même espèce de plante.

Je prendrai comme premier exemple le Genévrier, où les modifications observées portent surtout sur la dimension absolue ou relative des divers tissus.

Genévrier *(Juniperus communis)*. — Lorsqu'en faisant une ascension quelconque dans les Alpes ou dans les Pyrénées, on voit toutes les gradations possibles entre les formes de Genévrier, on ne saurait douter que la forme alpine, décrite sous le nom de *Juniperus alpina*, appartienne à la même espèce que le Genévrier commun. Cependant, comme on décrit à titre d'espèces distinctes, le *Juniperus alpina* et le *J. communis* et le *J. alpina* dans la plupart des Flores, j'ai donné la preuve expérimentale de leur identité spécifique. J'ai, en effet, planté dans les rochers

(1) G. Bonnier : *Influence de l'altitude sur la coloration des fleurs d'une même espèce.* (Bul. Soc. Bot. de France, 1880.) — *Influence du climat alpin sur la structure des végétaux.* (Bull. Soc. Bot. de France, 1887.) — *Cultures expérimentales dans les hautes altitudes.* (C. R. de l'Ac. des Sciences, 1888.) — *Influence du climat alpin sur les fonctions des végétaux.* (C. R. de l'Ac. des Sciences, 1889.) — *Cultures expérimentales dans les Alpes et dans les Pyrénées* (avec planches). (*Revue générale de Botanique*, 1891.)

de Pierre-Pointue, sur la chaîne du mont Blanc, de jeunes Genévriers pris à Fontainebleau; au bout de trois ans, les deux pieds qui seuls avaient résisté à la transplantation ont perdu leur cime et ont étalé leur branches latérales, prenant dans les feuilles et les tiges les caractères de la forme *Juniperus alpina*.

Comparons la structure de la feuille dans le type alpin et dans le type des plaines. En moyenne, voici les différences que l'on observe :

1° *Feuille*. — Si on examine comparativement deux séries de coupes transversales de la feuille ayant achevé sa différenciation, dans la forme alpine et dans la forme de plaine, on est d'abord frappé de la dimension beaucoup plus grande du canal sécréteur dorsal dans la première. Ce canal a, en moyenne, un diamètre deux fois et demie à trois fois plus grand que celui du canal sécréteur correspondant chez les feuilles de plaine.

Un autre fait frappant est l'épaisseur plus grande des feuilles de la forme alpine, tandis que la largeur de la feuille reste presque la même. De plus, cette épaisseur plus considérable n'est pas également répartie dans chaque tissu; c'est le parenchyme de la feuille surtout qui est épaissi, les tissus qui correspondent au cylindre central ne le sont pas beaucoup et leur partie libéro-ligneuse est au contraire plus petite en général. En particulier, le tissu en palissade (qui est développé chez le Genévrier à la face *inférieure* de la feuille) est d'un quart à un tiers plus allongé, en moyenne, dans la feuille alpine que dans la feuille de plaine.

Enfin, parmi les différences saillantes, il faut encore signaler le développement plus grand des tissus protecteurs dans la forme alpine : la couche lignifiée de la cuticule épidermique et les fibres hypodermiques y sont mieux formées.

En résumé, il semble que tous les tissus destinés à l'assimilation et à la sécrétion ainsi que ceux qui ont pour rôle de protéger l'organe contre les variations de température, soient plus développés dans la forme alpine, tandis que les autres tissus sont relativement réduits.

2° *Tige*. — Si l'on compare deux tiges d'un an, ayant effectué leur complète différenciation avant l'hiver, on observe, dans les deux cas, des différences analogues aux précédentes.

La coupe transversale faite vers le sommet d'un entre-nœud, dans la tige de la forme alpine, offre trois énormes canaux sécréteurs formant, à l'extérieur, trois côtes très saillantes correspondant aux trois canaux sécréteurs dorsaux des trois feuilles s'insérant au nœud situé au-dessus; l'épaisseur de la cuticule lignifiée de l'épiderme est presque aussi grande que la dimension radiale du reste des cellules épidermiques, et l'épaisseur de l'écorce est presque aussi grande que celle du cylindre central.

Au contraire, la coupe transversale de la même région dans le Genévrier de plaine fait voir trois petits canaux sécréteurs peu saillants, une

cuticule lignifiée de l'épiderme moins épaissi, l'écorce égalant en épaisseur la moitié du diamètre du cylindre central.

En revanche, les tissus conducteurs, le bois et le liber sont relativement plus développés dans la tige de plaine que dans la tige de la forme alpine. — On voit que, pour le Genévrier, les modifications portent surtout sur la grandeur relative des éléments et sur l'extension plus ou moins grande de certains tissus.

Il faut bien remarquer que les modifications que je viens de signaler sont celles qu'on observe en moyenne, et il est nécessaire de s'adresser à un grand nombre d'échantillons. Tel exemplaire de la forme alpine du *Juniperus*, poussant à des altitudes très élevées, pourra présenter des canaux sécréteurs moins grands et des feuilles moins épaisses. Comme pour toutes les plantes en général, il y a chez cette espèce un certain *optimum* d'altitude correspondant au maximum de différenciation alpine. Dans le cas particulier qui nous occupe, cet optimum est peu éloigné de la limite supérieure de végétation du Genévrier.

Je citerai maintenant quelques autres exemples où les modifications portent, non seulement sur la dimension des éléments, mais sur leur nature et chez lesquels le changement de structure est plus difficile à rapprocher du changement de climat.

Tormentille *(Potentilla Tormentilla)*. — La Tormentille est une plante que l'on trouve à toutes les altitudes et qui, au point de vue de la forme extérieure, semble une des plantes les moins modifiées par le climat alpin, comme d'ailleurs par le changement de terrain ou d'exposition.

Cependant si l'on compare deux parties semblables chez des échantillons recueillis à des altitudes très différentes, on y observe souvent des variations internes importantes; de tels cas, où la forme extérieure ne fait pas prévoir les changements histologiques, sont les plus intéressants au point de vue anatomique.

C'est ainsi que si l'on compare les coupes transversales faites au milieu du pédoncule de la fleur, on y trouve les changements suivants :

La coupe faite dans le pédoncule floral de la plupart des exemplaires de plaine offre de l'extérieur à l'intérieur : un épiderme, une écorce qui a en moyenne quatre assises de cellules, plus l'endoderme et un cylindre central à quatre faisceaux libéro-ligneux entièrement distincts, séparés par une moelle à cellules relativement grandes.

La coupe pratiquée au même endroit dans la plupart des exemplaires recueillis dans les hautes régions des Pyrénées, vers 2.000 mètres d'altitude, montre, comparativement à la précédente : un épiderme à cellules plus petites et plus serrées, un tissu cortical à cinq ou six assises de cellules, la plus externe à cellules aussi petites et aussi serrées que celles de

l'épiderme; enfin, à l'intérieur de l'endoderme, les quatre faisceaux du cylindre central, sont réunis extérieurement par un anneau continu de sclérenchyme et les cellules médullaires qui les séparent sont relativement plus petites.

Les deux coupes ont par suite un aspect très différent. Mais on peut observer parfois des différences aussi saillantes entre les parties semblables de deux Tormentilles dont l'une aura poussé dans un endroit herbeux et humide, tandis que l'autre aura crû sur un coteau sec, les deux plantes étant sur le même sol et soumises à un éclairement analogue. On comprend alors qu'il soit difficile, sans culture expérimentale, d'attribuer à la différence d'altitude les changements de structure observés.

Dans le cas qui nous occupe, des pieds de *Potentilla Tormentilla* ayant été divisés en deux, la moitié a été plantée dans la station de plaine, dans un endroit découvert, et l'autre moitié a été plantée à l'Aiguille de la Tour (2.300 mètres d'altitude) sur le même sol que la première et dans un endroit également découvert. Au bout de deux ans, les différences de structure chez ces deux parties d'un même être étaient assez accusées pour montrer, dans l'exemplaire de l'Aiguille de la Tour, une tendance très marquée à la structure des Tormentilles qu'on peut récolter non loin de là, à l'état naturel; c'est ainsi que j'ai pu observer la formation de l'anneau de sclérenchyme dans le pédoncule floral.

Buplèvre *(Buplevrum falcatum)*. — Cette Ombellifère ne présente pas non plus grande modification dans ses caractères externes aux diverses altitudes où on l'observe, mais ses variations de structure peuvent être remarquables. Au point de vue du pédoncule floral et du pédoncule commun de l'ombellule ou de l'ombelle, on peut observer des variations analogues à celles signalées chez la Tormentille, mais j'insisterai surtout sur les modifications que présentent les feuilles.

Si l'on compare les feuilles de la base, prises en moyenne chez des échantillons de plaine et chez des échantillons recueillis dans les hautes altitudes (1.800-2.300 mètres), on peut constater les différences suivantes :

D'abord l'échantillon alpin a les feuilles généralement plus épaisses, mais ce n'est pas un épaississement uniforme qui se produit; l'augmentation porte surtout sur le tissu en palissade qui a ordinairement deux assises de cellules dans l'échantillon alpin et une seulement dans l'échantillon de plaine. De plus, les canaux sécréteurs situés sur le dos des faisceaux ont un diamètre deux à quatre fois plus grand dans l'échantillon alpin, et l'épiderme a, chez ce dernier, des cellules à parois plus épaisses.

Ici encore, mais d'une manière plus marquée que chez le *Juniperus*, nous voyons un développement plus grand des tissus assimilateurs, sécréteurs et protecteurs.

Or, des différences de même ordre peuvent être observées, au point de vue du tissu en palissade, en un même climat. Le tissu en palissade, toutes conditions égales d'ailleurs, sera plus développé au soleil qu'à l'ombre, dans un terrain fumé et cultivé que dans un terrain naturel, etc. Comment démêler ces diverses causes de variations sans faire d'expériences comparatives ?

J'ai étudié, au même point de vue, les modifications que présentent à l'état naturel les *Teucrium Scorodonia*, *Achillea Millefolium*, *Galeopsis Tetrahit*, *Calluna vulgaris*, *Solidago Virga-aurea*, *Leucanthemum alpinum* et cinquante-trois autres espèces.

Je me contenterai, dans cette Note, des quelques exemples décrits plus haut; ils suffisent pour faire voir qu'*une même espèce présente d'importantes variations de structure et que ces variations peuvent être reproduites artificiellement.*

J'insisterai sur ce fait que si l'on veut étudier les espèces naturelles, il faut autant que possible s'adresser à un très grand nombre d'échantillons et noter les circonstances dans lesquelles ont poussé les plantes étudiées. Des causes différentes peuvent produire des modifications de structure assez semblables. Enfin, il faut se garder de comparer des échantillons naturels à des échantillons cultivés, si l'on veut étudier les changements dus au climat.

M. Jules POISSON

Assistant au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

INSTALLATION ET CONSERVATION DES COLLECTIONS BOTANIQUES

— Séance du 24 septembre 1891 —

Le sujet sur lequel M. le président de la IX^e^ Section a appelé l'attention des membres du Congrès de l'Association cette année est complexe; il exigerait, pour être traité à fond, des développements considérables et des renseignements nombreux.

Je n'ai pas eu la prétention de présenter un mémoire étendu sur la matière, lequel d'ailleurs serait incomplet et ne remplirait pas le but en ce moment. J'ai pensé qu'il fallait se borner à émettre des opinions sommaires sur chacune des questions posées, avec l'espoir que la dis-

cussion amènerait des idées nouvelles. C'est la résultante des efforts combinés de plusieurs savants habitués à vivre au milieu des collections botaniques, qui donnera la solution la plus satisfaisante, et dont chacun de nous profitera.

Dans la communication que j'ai l'honneur de remettre au bureau de la IXe Section de l'Association, les réponses au questionnaire ont été faites dans l'ordre même de ce questionnaire, afin d'en permettre la discussion article par article (1).

I. — De la préservation des échantillons d'herbier

Jusqu'alors on n'a pas trouvé un agent plus efficace, pour préserver des insectes les plantes d'un grand herbier, que le bichlorure de mercure dissous dans l'alcool (2). Ce procédé peut être infaillible, à la condition, toutefois, que le local qui abrite cet herbier ne contienne pas de matériaux susceptibles d'entretenir des insectes : tels sont des échantillons de bois, de lianes, des collections de fruits et graines, ainsi que des parquets de bois de chêne contenant de l'aubier. Les meubles eux-mêmes, suivant la nature du bois dont ils sont faits, peuvent être une source d'infection. Les planchers de fer ou de carreaux, les parquets en bois de conifère n'ont pas cet inconvénient (3).

II. — L'emploi du sulfure de carbone est fort utile pour un herbier peu important et que l'on peut fréquemment soumettre à ses vapeurs. Mais pour une grande collection, à moins que celle-ci soit contenue dans des armoires bien closes, le déplacement des paquets d'herbier, qu'il faut préalablement délier, puis descendre souvent péniblement dans un sous-sol où se trouve une caisse spéciale dite caisse insecticide, c'est une opération qui a de graves inconvénients ; plusieurs fois répétée, elle fatigue les paquets d'herbier, les étiquettes extérieures en souffrent et, d'autre part, on ne peut affirmer que les vapeurs du sulfure arrivent jusqu'au centre des paquets. D'ailleurs, si ces vapeurs tuent les insectes parfaits, elles n'ont pas toujours la même action sur les larves. Toutefois, quand les paquets d'herbier sont dans des armoires bien fermées, alors

(1) L'abondance des communications présentées à la Section de Botanique n'a pas permis la discussion du sujet dont il s'agit. Néanmoins le Conseil a bien voulu, après avis de M. le Président de la IXe Section, autoriser l'impression des mémoires qui s'y rapportent.

(2) La quantité de bichlorure de mercure employée est 33 à 40 grammes par litre d'alcool.

Dans une Note publiée au Congrès botanique de 1878, j'ai préconisé un mélange de bichlorure et de sel ammoniac, qui donnerait un sel double et plus stable, suivant Cloez. On dissout dans un verre d'eau 15 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque que l'on ajoute au litre d'alcool contenant le sublimé corrosif, puis on agite le mélange.

Il ne faut jamais se servir de pinces de métal pour l'empoisonnement des plantes, mais de pinces de bois ou de roseau.

(3) L'herbier du comte de Franqueville, à Paris, depuis quinze ans est rarement consulté. Il est placé dans une pièce qui n'est jamais chauffée. Le plancher du local est du carreau de terre cuite. Les casiers qui supportent les paquets sont en sapin. Les plantes ont été empoisonnées avec 35 gr. de sublimé corrosif par litre d'alcool. On y chercherait en vain des insectes.

on peut faire l'opération sur place et sans déranger la collection. Quelques personnes ont parfois remplacé le sulfure de carbone par des vapeurs d'acide sulfureux employées souvent pour détruire la vermine des appartements.

On estime que la naphtaline (1) est un bon préservatif, mais il ne faut l'employer que dans des armoires suffisamment closes. Les voyageurs qui font des envois d'objets d'histoire naturelle se trouvent bien d'en mettre dans les caisses contenant lesdits objets.

Au British Museum, à Londres, on ne passe pas les plantes d'herbier au bichlorure de mercure et cependant elles se conservent bien ; mais l'herbier est contenu dans des boîtes d'acajou fermant hermétiquement et dans chaque armoire est déposé un gros morceau de camphre. Il faut reconnaître que rarement des collections de la sorte sont aussi bien protégées. Toutefois, cet exemple prouverait que l'installation en armoires d'un herbier a des avantages incontestables : garantie contre la poussière si funeste aux collections, et garantie contre les insectes pouvant arriver du dehors.

On sait qu'une collection botanique, quelle qu'elle soit, lorsqu'elle est fréquemment maniée, est beaucoup moins sujette à se manger aux insectes qu'une collection au repos. Aussi ne saurions-nous trop recommander une pratique qu'un savant autorisé, le Dr E. Cosson, avait coutume d'appliquer à son riche herbier. Bien que les plantes fussent empoisonnées soigneusement, il avait remarqué que parfois des dégâts s'y faisaient dans certaines familles plus recherchées des insectes que d'autres. Pour conjurer le mal, il faisait visiter successivement tous les paquets de l'herbier par un de ses employés, quand le travail le plus important de chaque jour était terminé. Il suffisait de jeter un coup d'œil sur chaque plante, de remettre dans un petit sac les fragments utiles à conserver qui avaient pu se détacher, et si des traces de dommage se remarquaient, quelques gouttes d'alcool empoisonné y étaient appliquées. C'était une sorte de toilette faite à tour de rôle à chaque paquet d'herbier. On estimait que les familles des Composées, Crucifères, Ombellifères, Asclépiadées, les Euphorbes, etc., etc., étant plus susceptibles d'être attaquées que d'autres, on visitait naturellement celles-là plus souvent que les autres familles.

Je crois que ce procédé complémentaire, utile à tous égards, est le seul véritablement efficace pour assurer la conservation d'un grand herbier. On peut, en une heure et demie, visiter facilement 200 à 250 plantes. En supposant une moyenne de 200 plantes, un employé qui consacrerait une heure et demie par jour à ce travail aurait, au bout de 300 jours, passé en revue 60.000 plantes. On voit que l'opération n'est pas impraticable et

(1) Il est préférable de se servir de la naphtaline de gaz, qui est jaunâtre et qui a plus d'action que la naphtaline blanche et épurée du commerce.

qu'elle n'augmenterait guère le travail courant du personnel chargé du soin de la collection.

III. — Des herbiers disposés en herbier général ou en herbiers géographiques

Tel botaniste qui fait une étude monographique réclamera l'herbier général ou unique; mais si le même savant s'occupe en même temps de la publication d'une Flore, il demandera que les matériaux à consulter pour ce travail soient réunis à part et non dispersés dans un herbier général. Il faudrait, pour satisfaire à tous les besoins, avoir les plantes en double et la place suffisante pour avoir herbier général et herbiers géographiques. Dans cette hypothèse, où mettrait-on les spécimens uniques? A l'herbier général? Mais alors il devrait en être fait mention à l'herbier géographique au moyen d'une note manuscrite, faute de mieux.

Dans l'espoir de donner satisfaction à ces deux exigences, on a imaginé, au Muséum de Paris, depuis quelques années, de mettre aux paquets de l'herbier général des étiquettes en saillie portant le nom des espèces qui y sont contenues, et ces étiquettes sont de couleurs différentes pour les cinq régions géographiques du globe. C'est un travail énorme comme main-d'œuvre et comme entretien, qui exige souvent, pour la même espèce, des couleurs différentes, lorsqu'elle est ubiquiste ou très répandue; cependant, c'est peut-être une des meilleures combinaisons que l'on puisse proposer.

J'ai vu employer dans l'herbier du botaniste Grenier un procédé commode pour les recherches. Toutes les plantes françaises étaient dans des feuilles doubles de papier blanc et les extra-françaises dans des feuilles de papier de couleur.

On pourrait multiplier les couleurs suivant le besoin pour les grandes régions géographiques, de façon à distinguer de suite les espèces asiatiques, américaines, africaines, etc. C'est à peu près le même principe que celui des étiquettes de couleurs variées, mais je reconnais que, s'il fallait avoir, par exemple, du papier de cinq couleurs pour un herbier très important, ce serait peut-être peu pratique ; aussi je signale ce procédé sans le recommander, à moins qu'il s'agisse seulement d'un herbier européen.

A l'herbier de Kew, en Angleterre, les plantes n'ont pas d'étiquettes saillantes pour l'indication des espèces. Les feuilles simples, sur lesquelles les échantillons sont fixés, sont contenues dans des feuilles doubles, comme au Muséum, puis une certaine quantité de celles-ci sont mises à leur tour dans une feuille double, ou chemise de papier fort, à l'angle gauche de laquelle est inscrite la région géographique des espèces qu'elle renferme. Les espèces sont bien rapprochées autant que possible par affi-

nités, mais sans jamais y insérer d'autres espèces que celles de la région mentionnée. L'ordre rigoureusement méthodique, dans cet herbier, est donc sacrifié à l'ordre géographique.

On estime, en Angleterre, que le livre seul doit être méthodique, mais que la collection doit être disposée surtout d'une façon pratique et facile à consulter. Ce qui est certain, c'est que les recherches s'y font en peu de temps et presque toujours avec succès.

L'expérience nous a enseigné qu'il était nécessaire à la bonne tenue d'un herbier et à sa condition de propreté, d'éviter de travailler d'une façon permanente dans le local même où il se trouve, sauf pour les intercalations ou la consultation momentanée (opinion corroborée par celle du Dr Cosson); un des plus sérieux ennemis des collections étant la poussière qui souille le papier, les étiquettes saillantes et même les échantillons eux-mêmes. Enfin, elle favorise aussi la propagation des insectes qui y trouvent toujours quelques éléments de nourriture.

Le mouvement occasionné par le va-et-vient trop fréquent du personnel soulève la poussière d'autant plus. Les paquets d'herbier consultés sur place sans intermittence laissent échapper des débris végétaux qui s'insinuent dans les fissures des meubles, des parquets, et dans l'herbier lui-même, surtout s'il est mal garanti. Ces considérations, puériles en apparence, ne le sont pas pour quiconque a vécu de nombreuses années au milieu de grandes collections.

IV. — Quel serait le mode d'installation qui rendrait les intercalations plus faciles

Les herbiers dont les paquets sont placés à plat, tels qu'ils sont au Muséum de Paris et dans les grands herbiers d'Europe, offrent les meilleures conditions de stabilité des échantillons et de facilité pour les intercalations. Les cases qui contiennent chaque paquet d'herbier ne doivent jamais être entièrement pleines, afin de pouvoir insinuer à la partie supérieure des paquets les plantes nouvellement arrivées et qui doivent y prendre place plus tard.

Les intercalations doivent se faire en deux temps : mettre d'abord au-dessus de chaque paquet les plantes qui s'y rapportent, jusqu'à épuisement du stock à introduire dans l'herbier, à un moment déterminé, puis reprendre à nouveau chaque paquet pour y ajouter les recrues nouvelles en les mettant à leur place définitive.

V. — Casiers fixes ou casiers mobiles

Le système des casiers fixes, c'est-à-dire ceux qui sont fixés en un seul corps sur une muraille, ou en série transversale au milieu d'une pièce, est

généralement adopté chez nous, que ce soit en damier, ayant chaque case pour chaque paquet d'herbier ou bien que les paquets soient disposés seulement sur des tablettes horizontales.

En Angleterre, à Kew et au British Museum, c'est dans des caisses toutes semblables et à portes battantes, contenant chacune 9 ou 12 cases, que sont renfermés les herbiers. Chacune de ces caisses a deux poignées latérales, qui se rabattent dans la paroi entaillée de la caisse, ce qui rend ces meubles transportables, et permet de les superposer l'un sur l'autre jusqu'à la hauteur qu'on veut.

Ce système a l'avantage de rendre l'herbier déplaçable en repoussant les caisses à volonté, suivant le besoin, sans être contraint de déplacer chaque paquet comme cela arrive pour des casiers fixes.

Cette installation ouvrira peut-être le champ à la critique. Si elle n'est pas très coquette, elle est excessivement pratique.

J'ai toujours constaté que les portes battantes des meubles dont il s'agit présentaient quelques inconvénients. Lorsque celles-ci sont ouvertes, c'est une gêne pour la circulation à cause de leur développement.

J'avais pensé que l'emploi des portes glissantes, comme on en fait si bien maintenant dans l'industrie, aurait des avantages incontestables.

Devant un corps d'armoire, d'une étendue déterminée, on établirait ce nouveau genre de portes qui ne font jamais saillie dans le chemin. Puis, que les casiers soient fixes ou que la place soit occupée par des caisses mobiles se juxtaposant exactement, mais alors privées de portes, on aurait ainsi un ensemble de corps d'armoires munies de ces portes glissantes et vitrées, afin que l'on puisse lire les étiquettes des paquets d'herbier facilement du dehors. Cet agencement serait, à mon avis, ce que l'on peut avoir de plus satisfaisant.

Il est inutile d'insister sur les avantages d'un herbier ainsi protégé; nous connaissons trop les inconvénients d'une collection de cette nature et qui n'est pas abritée : la souillure du papier, des étiquettes, à bref délai, enfin le champ ouvert aux insectes sans que l'on puisse y porter remède. D'ailleurs tous les grands herbiers d'Europe, sauf celui du Muséum de Paris, sont contenus dans des armoires.

VI. — Herbiers d'amateurs ou de particuliers

La place étant toujours la principale condition pour loger une collection d'histoire naturelle, et principalement un herbier, on peut varier beaucoup sur les modes d'installation. Le luxe d'emplacement que l'on réclamera pour un herbier public n'étant plus en cause, il faudra condenser autant que faire se pourra.

Les paquets d'herbier étant liés, on peut, pour éviter une trop forte

saillie, les placer debout comme font beaucoup de botanistes en indiquant au dos ce que chaque paquet renferme. Cependant ce système est vicieux en ce que les échantillons peuvent s'échapper, ainsi que les étiquettes, si les plantes ne sont pas fixées et si les paquets ne sont pas suffisamment serrés. Dans tous les cas les fragments souvent précieux : fleurs, fruits, etc. qui ne manquent jamais de se détacher des échantillons, sont inévitablement perdus à cause de l'attitude même de ces paquets.

Il faudra donc faire tout son possible pour tenir les paquets d'herbier à plat et non sur la tranche.

Deux cartons forts, dépassant un tant soit peu les feuilles de papier, placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous de chaque paquet, paraissent indispensables. Enfin, chacun des paquets doit être lié en son milieu par une sangle résistante, large de deux doigts et munie d'une boucle solide.

Le format d'herbier est aussi à considérer. Le format habituel pour les herbiers publics est $0^m,45 \times 0^m,28$ environ. Cependant, si l'on manque de place, on peut faire l'herbier in-4°. Naturellement ce sera une gêne pour les grandes plantes, mais la chose n'est pas inexécutable. Beaucoup d'herbiers des régions montagneuses et du nord de l'Europe, à cause de la taille réduite des plantes, sont faits en format in-4°.

On peut aussi gagner de la place en diminuant les feuilles doubles de papier. Lorsque les plantes sont fixées au moyen d'épingles et de bandelettes de papier, ou bien par des bandelettes de papier gommé, sur des feuilles simples, celles-ci naturellement tiennent moins de place que des feuilles de papier doubles.

Alors rien n'empêche que l'on mette dans la même chemise de papier plusieurs espèces du même genre, quoique ce ne soit pas très correct. Enfin, la contraction peut aller plus loin. On peut la pousser jusqu'à mettre sur la même demi-feuille, quand la dimension des plantes le permet, des échantillons de localités différentes et même des espèces distinctes.

Les botanistes de marque réprouveront cette manière de faire; mais cependant les naturalistes, contraints de posséder beaucoup sous un petit volume, seront bien aise d'avoir recours à ces moyens extrêmes, que j'ai vu employer fréquemment.

VII. — Collections de fruits

Chacun sait qu'une collection carpologique rend les plus grands services aux botanistes pour l'étude complémentaire des espèces qui sont en herbier.

On a la coutume de conserver les fruits charnus en bocaux contenant de l'alcool ou du vinaigre, et les fruits secs et volumineux, qui ne peuvent tenir dans l'herbier, également en bocaux, mais privés de liquide ou

bien montés sur des socles en bois quand leur consistance le permet. Il est bon, quand on le peut, de joindre à la plante d'herbier une tranche ou portion du fruit correspondant à l'espèce. En tous cas, quand la plante et les fruits sont de la même récolte, il est essentiel d'indiquer par une note à l'herbier que ces fruits se trouvent dans la collection carpologique.

Jusqu'alors, pour les fruits charnus, on n'a rien trouvé de mieux que l'alcool pour leur conservation. C'est un liquide fort coûteux en France et pas toujours facile à se procurer dans les voyages. Le vinaigre est beaucoup moins employé, mais il n'est pas beaucoup plus facile à obtenir que l'alcool. Ce qu'il faudrait serait un liquide aqueux contenant un antiseptique efficace.

J'ai essayé avec succès l'acide salicylique à la proportion d'un à deux grammes par litre. Cet acide se dissolvant en très faible quantité dans l'eau, il est indispensable d'agiter le liquide, jusqu'à dissolution complète, ou bien alors dissoudre l'acide dans une petite portion d'alcool, puis l'ajouter à l'eau.

L'installation d'une collection de la sorte ne peut se décrire sans savoir quelle est la place dont on disposera. Si l'on a en vue l'organisation d'un musée avec tout ce qui est désirable, on fera la collection dans des armoires ayant beaucoup de surface et sur des tablettes pouvant contenir une, deux ou trois rangées de bocaux, suivant la dimension de ceux-ci. On peut les faire alterner sur les tablettes afin que ceux du deuxième ou troisième rang puissent être vus du spectateur. Toutefois les dimensions ne seront pas trop variées. Les bocaux de tailles ou de diamètres trop variables sont disgracieux dans une collection. On choisira de préférence un couvercle simple et une fermeture appropriée à la nature des objets contenus. Quand on peut avoir des bocaux à large encolure et à bouchon à l'émeri, c'est ce qu'il y a de mieux, aussi bien pour les fruits secs que pour les fruits charnus. Ces bocaux n'ont qu'un inconvénient, c'est d'être plus chers que les autres.

Il y a aussi les bocaux à bouchon de liège, moins coquets, mais au demeurant excellents surtout pour les matières sèches. Les mêmes, employés pour le liquide, n'auraient qu'un désavantage, c'est d'être obligé de surveiller souvent ces bocaux à cause de la perte de liquide qui se produirait par évaporation et qu'il faudrait remplacer, surtout s'il s'agissait d'alcool.

Les étiquettes fixées aux bocaux devront être aussi réduites que possible afin de ne pas trop masquer le contenu de ces bocaux.

On a adopté au Muséum, pour la collection carpologique, des étiquettes ayant un filet au pourtour, de la couleur correspondante aux étiquettes saillantes des espèces de l'herbier, pour indiquer la région géographique, indépendamment de la mention qui en est faite à la plume.

Chez un particulier, une collection de cette nature serait accommodée

à la place disponible et aux ressources de la personne. D'ailleurs, peu de particuliers s'offriront le luxe d'une collection carpologique importante.

VIII. — Collections de bois

Les bois sont ce qu'il y a de plus facile à former en collection.

La dimension des échantillons devra être naturellement subordonnée à l'emplacement disponible. Des armoires avec planches inclinées sont ce qui paraît le mieux pour les bois. Pour une collection scientifique, deux formes d'échantillons pourront suffire: une rondelle d'une épaisseur proportionnée au diamètre de la tige, puis un demi-cylindre formé d'une section longitudinale passant par l'axe du tronc, et de la longueur que l'on jugera convenable. Des échantillons n'ayant jamais moins de $0^m,25$ à $0^m,30$ de longueur semblent être un minimum qu'il ne faudrait jamais dépasser. La rondelle, ainsi que la section longitudinale, devront avoir leur écorce intacte autant que possible.

Les surfaces seront rabotées ou vernies suivant le but que l'on se proposera d'atteindre. Le charron et le menuisier demanderont le bois naturel; l'ébéniste préférera le bois verni. — Si la collection de bois était destinée à une école d'architecture, ou devait faire l'objet d'un enseignement concernant le bâtiment ou le mobilier, des coupes faites dans la direction tangentielle ou oblique auraient sans doute leur intérêt.

Pour une collection de botanique appliquée, il sera nécessaire d'avoir des échantillons de plus grande dimension, cela se comprend, que pour une collection scientifique afin de mieux juger le parti que l'on pourrait tirer de chacun de ces bois.

Il faudra surveiller soigneusement les spécimens d'une collection de cette nature qui s'attaquent aux insectes facilement soit par l'aubier, soit par l'écorce. C'est dans ce cas qu'il sera utile d'employer des vapeurs de sulfure de carbone, de camphre ou de naphtaline, etc. (1).

Toutefois, il ne faut pas oublier que des visites, des nettoyages fréquents, des déplacements d'échantillons gêneront toujours les insectes. On sait qu'il en est ainsi pour les fourrures, les tapis, les vêtements, etc., lorsqu'ils sont ou ne sont pas mis en usage.

(1) C'est peut-être l'occasion de signaler ici un procédé que j'ai vu autrefois mis en pratique par le Dr Ganal, qui avait une grande compétence dans l'emploi des antiseptiques et des procédés de conservation et de dessiccation des matières organiques. Il avait l'habitude de dessécher des plantes et des matières animales en les soumettant au vide dans un appareil de son invention. Deux timbales d'orchestre étaient rapprochées en sphère au moyen de boulons à vis et qui se démontaient facilement. Une pompe pneumatique était en communication avec le sommet de la sphère et permettait de faire le vide aussi complet que possible en s'y reprenant à plusieurs fois. Il prétendait qu'en mettant ainsi dans son appareil des échantillons attaqués par les insectes, on les tuait infailliblement.

IX. — Collections de plantes fossiles

1. La disposition d'une collection de plantes fossiles semble devoir être discutée aussi bien par un géologue que par un botaniste. Néanmoins, comme il est essentiel d'être surtout botaniste avant d'être géologue, pour l'étude de cette partie de la science, on peut, je crois, émettre son opinion en toute confiance dans la IXe Section.

2. Le classement d'une collection de cette nature sera, à mon avis, variable suivant l'établissement dans lequel elle se trouvera. Si c'est dans un musée botanique, la disposition devrait, autant que possible, être la même que pour l'herbier, c'est-à-dire méthodique. Si c'est dans une école spéciale fréquentée par des ingénieurs, des mineurs, la disposition stratigraphique semblerait préférable. Avoir l'une et l'autre, au moyen d'échantillons doubles, est un luxe que l'on ne peut pas toujours s'offrir, d'autant qu'il n'y a peut-être pas de collections d'histoire naturelle exigeant plus de place que les fossiles. Toutefois il semble que, dans une collection publique, on ferait bien de ne pas trop multiplier les exemples exposés. Cette branche de la botanique est un peu spéciale et les naturalistes qui s'y livrent sont moins nombreux que ceux qui s'occupent de botanique vivante. Pour ces raisons on pourrait ne mettre en évidence que des exemplaires de choix ou des raretés; le complément de la collection serait mis en tiroirs et rangé suivant l'ordre adopté pour la partie exposée. Le spécialiste seul, ayant intérêt à voir la série complète, pourrait alors être mis en présence de la totalité de la collection. Il en est ainsi pour beaucoup de collections, en zoologie par exemple.

Le mode d'exposition des plantes fossiles est forcément variable à cause de la diversité de forme, de la dimension des échantillons. Certains spécimens volumineux ont besoin d'être montés sur des socles en bois et retenus par des tiges et des agrafes de fer ou de cuivre. D'autres, des empreintes sur roche, le plus souvent présentant peu d'épaisseur, peuvent se mettre en vitrines ou en tiroirs. L'exposition en vitrines sur des planchettes inclinées, comme on le remarque au Muséum de Paris, nous semble la plus avantageuse. Si les vitrines ont trop de hauteur, on peut mettre à portée de l'observateur un escabeau ou une échelle appropriée pour faciliter la consultation de la collection, dans le cas où l'espace ne permettrait pas d'avoir une quantité suffisante d'armoires à hauteur d'homme.

Le mode d'étiquetage en usage au Muséum semble satisfaisant. Pour distinguer la nature des terrains, les étiquettes ont été bordées d'un filet teinté et qui se rapporte aux couleurs adoptées pour la carte géologique, indépendamment de la suscription que chaque étiquette comporte.

Quant aux procédés de montage des échantillons, c'est une question de goût et de sentiment plutôt qu'une règle à indiquer, de même que la marche verticale ou horizontale de la série des échantillons à mettre sous les yeux du public (1).

3. La formation d'un herbier spécial pour les comparaisons les plus urgentes avec les fossiles, surtout en ce qui concerne les feuilles, rendrait de grands services. En effet, le maniement trop fréquent de certaines parties d'un herbier peut hâter sa détérioration. Il serait donc utile de former un herbier de feuilles des principaux types des familles des Protéacées, Laurinées, Myricées, etc., de Monocotylédonées les plus caractéristiques, de rameaux de Conifères, de frondes de Fougères, en résumé de tout ce que l'on est susceptible de rencontrer le plus fréquemment à l'état fossile, de façon à ne recourir à l'herbier proprement dit qu'exceptionnellement.

Sur des feuilles de papier fort à herbier on fixerait, par un procédé simple, un certain nombre de feuilles appartenant à une série d'espèces d un même genre, sans cependant qu'il y ait confusion, et chaque feuille de la plante considérée aurait son étiquette propre, dont la suscription serait la même que celle de l'herbier général.

4. Le moulage des roches anfractueuses recélant des parties intéressantes pour l'étude, et qu'on ne peut distinguer par les moyens ordinaires, tels sont les tufs de Sézanne, par exemple, présente quelques difficultés. Jusqu'ici on a eu recours à la cire blanche mélangée de paraffine, ou bien au plâtre à mouler très liquide.

Dans le premier procédé, on met l'échantillon entièrement dans un vase contenant le mélange de cire, et l'on chauffe le tout pour le faire bien pénétrer. Dans le but de favoriser la pénétration, on met ensuite l'échantillon et son récipient sous la machine pneumatique pendant quelques instants, pour faire partir le restant d'air contenu dans les vides de la roche.

Dans le second procédé, on met aussi à même l'échantillon dans le plâtre liquide, et l'on soumet également le tout à la machine pneumatique.

Enfin l'opération finale consiste à abandonner l'échantillon dans un vase contenant de l'acide chlorhydrique étendu, afin qu'il n'y ait pas une trop rapide effervescence, et au bout de quelques jours la roche doit avoir disparu en laissant le moulage intact.

Toutefois, pour réussir dans l'exécution, il faut avoir un certain tour de main; ce n'est qu'après quelques tâtonnements que l'on arrive à un plein

(1) Nous ne saurions approuver l'habitude prise par certains paléontologistes qui, pour donner plus d'éclat aux échantillons, sur le schiste houiller par exemple, les couvrent d'une couche de gomme arabique. Il est bien préférable de mouiller les échantillons sur la partie à observer au moment même où l'on en a besoin.

succès. Le procédé à la cire donne des résultats plus certains, mais le peu de consistance de la matière a aussi des inconvénients pour la conservation des moulages obtenus.

On a aussi employé la gélatine et la gutta-percha; mais j'ignore quels sont les résultats obtenus avec ces matières.

La conservation de ces moulages ne peut se faire qu'à l'abri, dans des boîtes vitrées, des tubes de verre ou des bocaux à cause de leur fragilité.

5. Le maintien en bon état des échantillons de fossiles pyriteux peut être essayé de différentes façons : 1° Dans la vitrine qui les renferme, il importerait de tenir l'air très sec en mettant en permanence de la chaux qui absorberait toute trace d'humidité, celle-ci étant la cause de l'altération des échantillons. — 2° On pourrait obtenir aussi de bons résultats en couvrant d'une couche un peu épaisse de collodion les échantillons après les avoir préalablement desséchés à l'étuve. Si l'armoire qui les contenait était très sèche, les conditions seraient parfaites. — 3° En immergeant les échantillons pyriteux dans un liquide hydrogéné : alcool, naphte, pétrole, etc. et rendus visibles au travers des parois d'un bocal de verre. Sous cette forme ils pourraient être exposés, comme le sont les fruits d'une collection carpologique.

X. — Produits végétaux

Une collection complète de produits végétaux devient de plus en plus nécessaire dans une ville importante par son commerce et son industrie. Les efforts faits par les autres nations pour former des musées commerciaux le prouvent suffisamment.

Le musée de Kew, en Angleterre, a servi de modèle et est tout à fait remarquable. Depuis quelques années, on en a fait un à Londres même, et plus important encore, celui de South Kensington. L'un et l'autre rendent d'immenses services au développement du négoce anglais.

Pour une collection de cette nature, il faut une surface considérable, des vitrines nombreuses permettant de mettre en évidence tous les produits naturels, les produits extractifs, les objets en usage dans les différents pays du globe et faits de matières végétales.

Dans un établissement scientifique, les produits doivent, à ce qu'il semble, être rangés méthodiquement et suivant l'ordre des familles végétales. Mais dans un musée commercial, ce procédé présenterait des inconvénients. Là il serait de beaucoup préférable d'installer la collection par ordre de matières. Chaque négociant désirera avoir de préférence sous les yeux les produits similaires ensemble. D'ailleurs, à la suite d'un catalogue de collection rangée scientifiquement, il serait bon d'annexer un catalogue par ordre de matières pour donner entière satisfaction et faciliter les recherches.

La dissemblance des produits ne permettra pas toujours de les mettre tous dans une même vitrine. Ainsi des fibres textiles accrochées au fond d'une vitrine n'appelleraient pas des gommes, des extraits qui seraient produits par les mêmes espèces, en supposant qu'elles fournissent l'une et l'autre matières. En conséquence, il faudrait avoir dans le voisinage ou en regard d'autres vitrines plus appropriées à recevoir des produits extractifs, et dont la nature exigerait d'être mis en bocaux ou dans des coupes de verre. Il y a là des difficultés d'installation qui devront être résolues par les organisateurs eux-mêmes.

L'étiquetage d'une collection de produits peut être compris de façons différentes. Doit-on charger les étiquettes de détails relatifs à la nature et aux usages des spécimens exposés, ou bien la mention de la nature et de l'origine des produits doit-elle suffire, à la condition toutefois d'avoir un catalogue explicatif qui serait mis à la disposition des intéressés? — Je pense que la dernière manière devrait être adoptée. Elle permettrait d'économiser un temps précieux surtout pour l'organisation d'une telle collection, qu'il faut modifier, accroître sans cesse pour la tenir au courant.

Par la variété des produits, on comprend qu'une collection de cet ordre soit plus que toute autre attaquable par les insectes. Il faudrait donc mettre tous ses soins pour la préserver d'une destruction inévitable si elle était négligée.

M. Ét. JOURDAN

Chargé de cours à la Faculté des Sciences, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

SUR LES CORPS JAUNES DU TISSU CONJONCTIF DES ÉCHINODERMES ET DES GÉPHYRIENS INERMES

— Séance du 18 septembre 1891 —

Dans le cours de mes recherches sur les tissus des Invertébrés, j'ai été frappé par l'existence, dans l'épaisseur des couches conjonctives des tégument et du tube digestif, de corpuscules sphériques correspondant à tout autant de cellules volumineuses dont le noyau est perdu au milieu de grains arrondis et réfringents. On est d'abord fort embarrassé au sujet de l'interprétation de ces éléments et de leur rôle physiologique possible; l'action des réactifs histologiques nous permet cependant d'avoir une opinion à ce sujet. L'acide osmique, le picro-carmin, les solutions iodées,

les couleurs d'aniline nous montrent que ces granulations se comportent comme les grains de matière glycogénique renfermés dans les cellules hépatiques. Je suis donc porté à admettre que chez certains Invertébrés le tissu conjonctif peut accumuler de l'amidon et jouer ainsi le rôle de magasin de réserve alimentaire. Ce fait correspond à un autre qui m'a frappé ainsi que mon collègue et ami le Dr Vialleton, agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. Ce fait est l'absence de cellules adipeuses dans le tissu conjonctif de ces animaux; on peut dire que la cellule adipeuse n'existe pas chez eux, du moins avec les caractères classiques et le rôle que nous lui connaissons chez nous, et nous croyons volontiers que cet élément est très rare chez les Invertébrés. Nous avons pensé qu'il était bon de faire connaître dès aujourd'hui ces particularités anatomiques, mais nous nous réservons de faire ressortir leur importance dans une étude plus approfondie du tissu conjonctif des animaux inférieurs. Nous croyons, en effet, que de même que les problèmes les plus intéressants de l'embryologie ont été résolus par l'étude des Invertébrés, de même l'observation de leurs tissus doit nous conduire à une connaissance plus exacte de ceux des animaux supérieurs.

M. Ét. JOURDAN

Chargé de cours à la Faculté des Sciences, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

SUR LES ENDOTHÉLIUMS A CILS VIBRATILES DES INVERTÉBRÉS

— Séance du 18 septembre 1891 —

Le mot *Endothélium*, créé par His, désigne en histologie des cellules conjonctives étalées en surface à la façon des Epithéliums. Il est d'une application difficile lorsqu'on s'adresse aux tissus des Invertébrés. Les cellules endothéliales qui tapissent la cavité péritonéale des Vers ou leurs vaisseaux se présentent avec des contours bien dessinés, souvent onduleux, entièrement comparables à ceux que l'on remarque à la surface des cavités lymphatiques des Vertébrés; mais ces cellules diffèrent de celles que nous connaissons chez les animaux supérieurs par l'existence fréquente à leur surface de cils vibratiles. Les cellules ainsi constituées doivent prendre rang dans une catégorie spéciale et l'on se demande si le mot Endothélium compris à la façon de His peut leur être appliqué.

Déjà, chez les Batraciens, on voit les cellules de la cavité péritonéale situées autour de l'embouchure des oviductes acquérir des cils vibratiles et l'on sait que Hertwig s'est servi de ce fait pour appuyer sa théorie de l'origine épithéliale du péritoine. Il semble que chez les Invertébrés cet état se généralise; la cavité péritonéale tout entière est en effet tapissée, chez le *Sipunculus nudus*, par des éléments disposés en une seule couche et plats à la façon des Endothéliums, mais qui diffèrent des Endothéliums classiques en ce qu'ils sont souvent pourvus d'une brosse de cils vibratiles. Ces caractères mixtes, c'est-à-dire, forme lamelleuse de la cellule et présence de cils vibratiles, sont inconnus en histologie classique: c'est ce qui m'engage à les signaler; je crois que cette particularité peut aussi avoir une certaine importance dans les théories des embryologistes sur l'origine de la cavité générale.

M. Ét. JOURDAN

Chargé de cours à la Faculté des Sciences, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

LE SENS DU GOUT CHEZ LES ANIMAUX A VIE AQUATIQUE

— Séance du 18 septembre 1891 —

J'ai déjà pu, dans plusieurs Mémoires originaux, et dans mon livre sur les sens chez les animaux inférieurs, appeler l'attention des biologistes sur le développement remarquable que prennent les terminaisons nerveuses du type de nos boutons gustatifs chez les animaux qui vivent dans l'eau. Dans ma Note, et plus tard dans mon Mémoire définitif sur la structure des barbillons du Malarmat, j'indiquais l'interprétation nouvelle qu'il fallait donner, suivant moi, des barbillons du Rouget, qui seraient des organes du goût et non des appendices tactiles, et j'ai adopté une opinion semblable à propos des formations épithéliales de même nature que j'ai rencontrées chez un Trigle, le *Peristedion cataphractum* ou Malarmat. Depuis lors j'ai trouvé chez des Invertébrés des corpuscules sensitifs construits sur un type presque identique. Le Siponcle et les autres Géphyriens inermes possèdent, en effet, dans leurs téguments des corpuscules sensitifs qui pourraient sans inconvénient porter le nom de corps cyathiformes. Plusieurs naturalistes ont signalé ailleurs des terminaisons de même nature et Flemming, en particulier, en a décrit chez plusieurs mollusques. Ces faits anatomiques et les conditions dans lesquelles le goût

fonctionne chez nous m'engagent à émettre une hypothèse. (Cette hypothèse, je le reconnais volontiers, a besoin d'être soutenue par des observations de mœurs et des expériences physiologiques.)

Je pense qu'un sens analogue à celui que nous qualifions chez nous de sens du goût existe chez les animaux qui vivent dans l'eau, qu'il peut même acquérir chez eux une importance plus grande. De même que, chez nous, le sens de l'odorat est d'une application plus générale que celui du goût et qu'il nous révèle des états physiques de l'air ambiant que nous utilisons après analyse par nos facultés intellectuelles ; de même les corps cyathiformes des animaux aquatiques font connaître à ces êtres les changements d'état d'ordre chimique qui se passent dans l'eau qui les entoure : de telle sorte que, chez eux, le sens du goût est d'une application plus générale, mais il est moins spécialisé; il n'est pas localisé dans le vestibule de l'appareil digestif; il est répandu partout à la surface des téguments ; il ne sert pas encore à goûter uniquement les aliments. Je pense, en effet, que les boutons gustatifs des Vertébrés terrestres sont les descendants des corps cyathiformes des Poissons qui n'existent plus que là où les conditions physiques du milieu leur permettent de fonctionner.

M. le Dr J. DE BEDRIAGA

Membre et Délégué du Comité d'organisation des Congrès internationaux d'Archéologie, d'Anthropologie et de Zoologie de Moscou, en 1892, à Nice.

TABLEAUX SYNOPTIQUES POUR SERVIR A LA DÉTERMINATION DES LARVES DES BATRACIENS URODÈLES D'EUROPE

— Séance du 18 septembre 1891 —

I. Quatre orteils . . . . . **Salamandrina perspicillata Savi.**

II. Cinq orteils.

A. Membrane caudale ne remontant pas sur le dos:

Diamètre longitudinal de l'œil plus grand que l'espace entre l'œil et la narine. Intervalle compris entre l'œil et la narine égalant la moitié de l'espace existant entre les narines . . . . . **Chioglossa lusitanica Boc.**

Diamètre longitudinal de l'œil moins grand que l'espace entre l'œil et la narine. Intervalle compris entre l'œil et la narine égalant environ l'espace existant entre les narines. . . . . **Molge montana Savi.**

B. Membrane caudale remontant sur le dos:

1. Queue terminée en pointe plus ou moins aiguë ou arrondie à son extrémité.

A. Largeur de la tête contenue un peu plus de deux fois dans la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. . . . . **Molge Rusconii Gené.**

B. Largeur de la tête moindre que la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur.

α. Diamètre longitudinal de l'œil,

*) distinctement plus court que l'espace internasal :

a) 1er doigt plus long que la moitié du 2e . . . **Molge Waltli Michah.**
b) 1er doigt ne dépassant pas la moitié du 2e;

Espace internasal distinctement plus long que l'intervalle compris entre la narine et l'œil. Diamètre longitudinal de l'œil égal aux deux tiers de l'espace internasal et dépassant la distance entre la narine et l'œil. **Salamandra maculosa Laur.**

**) un peu plus court que l'espace internasal ou égal à cet espace;

Espace internasal égal à l'intervalle compris entre la narine et l'œil ou un peu moindre et d'une longueur à peu près égale à celle qui sépare la narine de l'œil. . . . . **Molge alpestris Laur.**

β. Diamètre longitudinal de l'œil plus long que l'espace internasal, Largeur de la paupière se trouve comprise deux fois dans l'espace interorbitaire. Espace interorbitaire égal à la distance de l'œil à la narine. **Molge vulgaris L.**

Largeur de la paupière se trouve comprise un peu plus de deux fois dans l'espace interorbitaire. Espace interorbitaire plus long que la distance de l'œil à la narine. . . . . **Molge palmata Schn.**

2. Queue très atténuée et étirée en fil à l'extrémité;

α. Doigts et orteils plus courts que la largeur de la racine caudale, plus courts que l'intervalle qui sépare les houppes branchiales et plus courts que l'espace compris entre l'œil et la narine. . . . . **Molge Boscai Lat.**

β. Doigts et orteils pas plus courts que la largeur de la racine caudale, pas plus courts que l'intervalle qui sépare les houppes branchiales et pas plus courts que l'espace compris entre l'œil et la narine;

15 à 16 sillons verticaux sur les côtés du tronc. Ventre marqué de 9 à 10 dépressions linéaires transversales . . . **Molge cristata Laur.**
12 à 13 sillons verticaux sur les côtés du tronc. Ventre marqué de 7 à 8 dépressions linéaires transversales. . . **Molge marmorata Latr.**

SALAMANDRINA PERSPICILLATA SAVI.

Ramorino, Appunti sulla Storia della Salamandrina perspicillata. Genova, 1863. — *Lessona,* Nota intorno alla riproduzione della Salamandrina perspicillata. Atti R. Accad. Scienze di Torino, vol. X, 1874. — *Camerano,* Monografia degli Anfibi urodeli italiani, ibidem, ser. II, t. XXXVI, tav. I, fig. 14, 15.

Diagnose.

Longueur totale : 30 millimètres. Corps médiocrement élancé. Quatre doigts seulement à toutes les pattes. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue plus courte que le corps, y compris la tête, arrondie à son extrémité. Membrane caudale haute, remontant sur le dos.

CHIOGLOSSA LUSITANICA BOC.

De Bedriaga, Les larves des Batraciens recueillies en Portugal par M. A. F. Moller. O Instituto revista scientifica e litteraria, vol. XXXVIII, Coimbra, 1891.

Diagnose.

Longueur totale : 45 millimètres. Corps allongé, arrondi. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête mesurant un peu moins que la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue un peu plus courte ou un peu plus longue que le corps, y compris la tête, terminée en pointe arrondie. Membrane caudale basse, ne remontant pas sur le dos. Yeux très grands. Diamètre longitudinal de l'œil considérablement plus long que la distance entre l'œil et la narine. Distance entre l'œil et la narine égale à la moitié de l'intervalle internasal.

SALAMANDRA MACULOSA LAUR.

Rusconi, Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre, Pavie, 1854. — *Leydig*, Ueber die Molche (Salamandrina) der Würtembergischen Fauna, p. 91. Berlin, 1868. — *Fatio*, Faune des Vertébrés de la Suisse, vol. III, p. 494. Genève et Bâle, 1872. — *Schreiber*, Herpetologia europea, p. 78. Braunschweig, 1875. — *Lataste*, Essai d'une Faune herpétologique de la Gironde, p. 327. Bordeaux (Act. Soc. Linn. de Bordeaux, t. XXX). — *De Bedriaga*, op. cit., l.c.

Diagnose.

Longueur totale : 40 à 75 millimètres. Corps plus ou moins épais. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue un peu plus courte que le corps, y compris la tête, largement arrondie à son extrémité. Membrane caudale haute, remontant sur le dos. Yeux moyens. Diamètre longitudinal de l'œil supérieur à l'intervalle existant entre l'œil et la narine, égal environ aux deux tiers de l'espace internasal. Intervalle entre l'œil et la narine beaucoup plus court que l'espace internasal. Distance entre la narine et le bord de la lèvre égale au moins à la moitié de l'intervalle séparant l'œil de la narine. Premier doigt égal à peine à la moitié du deuxième et n'excédant pas la distance entre la narine et le bord de la lèvre. Partie basale des membres avec des taches claires.

MOLGE MONTANA SAVI.

Von Bedriaga, Beiträge zur Kenntniss der Amphibien und Reptilien der Fauna von Corsika. Archiv für Naturgeschichte. XLIX. Jahrg. 1. Bd., S. 152-156. Taf. V, Fig. 42, 43. — *Camerano*, op. cit., l. c.

Diagnose.

Longueur totale : 45 millimètres. Corps assez élancé ou épais, arrondi. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête mesurant un peu moins que la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur ou égale à peine à la moitié de cette distance. Queue plus courte que le corps, y

compris la tête, largement arrondie à son extrémité. Membrane caudale peu élevée, ne remontant pas sur le dos. Yeux petits. Diamètre longitudinal de l'œil un peu plus court que l'espace compris entre l'œil et la narine. Intervalle séparant les narines égal environ à la distance existant entre l'œil et la narine.

MOLGE RUSCONII GENÉ

Gené, Synopsis reptilium Sardiniæ indigenorum. Mem. R. Accad. delle Scienze di Torino. Ser. 2, tom. I. — *Von Bedriaga,* Beitr. z. Kenntn. d. Amphib. u. Rept. d. Fauna v. Corsika, l. c.

Diagnose.

Longueur totale : 43 millimètres. Corps assez élancé. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête mesurant un peu moins que la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue un peu plus courte que le corps, y compris la tête, terminée en pointe arrondie ou largement arrondie à son extrémité. Membrane caudale assez haute, remontant sur le dos. Yeux petits. Diamètre longitudinal de l'œil un peu plus court que l'espace compris entre l'œil et la narine. Intervalle séparant les narines égal environ à la distance existant entre l'œil et la narine.

MOLGE WALTLI MICHAH.

Schreiber, op. cit. p. 61. — *Von Bedriaga,* Beiträge zur Kenntniss des Rippenmolches. Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, 1879, p. 179.

Diagnose.

Longueur totale : 60 à 122 millimètres. Corps épais. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue d'une longueur égale à celle du corps, y compris la tête, bien que souvent légèrement plus longue, terminée en pointe plus ou moins distinctement arrondie. Membrane caudale remontant sur le dos, très élevée chez les jeunes, basse chez les larves avant et au moment de la transformation. Yeux petits. Diamètre longitudinal de l'œil plus court que l'espace compris entre l'œil et la narine et beaucoup plus court que l'intervalle internasal. Distance entre la narine et le bord de la lèvre mesurant un peu moins que la moitié de l'espace séparant l'œil de la narine. Premier doigt dépassant la moitié du deuxième et notablement plus long que l'espace entre la narine et le bord de la lèvre.

MOLGE ALPESTRIS LAUR.

De Filippi, Sulla larva del Triton alpestris. Archivio per la Zoologia, Anatomia e la Fisiologia, 1861, p. 206. Genova. — *Fatio,* op. cit., vol. III. p. 547. — *Schreiber,* op. cit., p. 42. — *Camerano,* op. cit. — *Gasco,* Intorno alla storia dello sviluppo del Tritone alpestre. Annali del Museo Civico, vol. XVI, p. 85, tav. III, V, Genova.

Diagnose.

Longueur totale : 32 à 78 millimètres. Corps assez élancé. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue mesurant au plus une longueur égale au corps, y compris la tête, terminée en pointe parfois arrondie. Membrane caudale haute, remontant sur le dos. Yeux petits. Diamètre longitudinal de l'œil un peu plus court que l'espace compris entre les narines. Intervalle internasal plus court que la distance entre l'œil et la narine ou égal à cette distance. Distance entre la narine et le bord de la lèvre mesurant un tiers de l'espace séparant l'œil de la narine. Premier doigt n'atteignant pas la moitié du deuxième et égal à l'espace entre la narine et le bord de la lèvre ou légèrement plus long. L'extrémité de la queue noirâtre.

MOLGE BOSCAI LAT.

Mattozo Santos, in Jorn. Sc. Math., Phys., Nat. Acad. Lisboa, t. XI, n° 42, p. 99. — *De Bedriaga*, Les larves des Batraciens recueillies en Portugal, etc., l. c.

Diagnose.

Longueur totale : 38 à 70 millimètres. Corps assez élancé. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue plus longue que le corps avec la tête, très atténuée et effilée vers l'extrémité. Membrane caudale moyennement élevée, remontant sur le dos. Yeux grands. Diamètre longitudinal de l'œil plus grand que l'intervalle internasal et l'espace compris entre l'œil et la narine. Intervalle internasal plus petit que cet espace. Largeur de la paupière généralement n'atteignant pas la moitié de l'intervalle interorbitaire. Intervalle interorbitaire notablement plus grand que la distance entre la narine et l'œil. Espace compris entre la narine et le bord de la lèvre entrant presque trois fois dans celui qui se trouve entre la narine et l'œil. Premier doigt atteignant à peine la moitié du deuxième. Doigts et orteils plus courts que la largeur de la racine caudale, plus courts que la distance entre les houppes branchiales, et plus courts que l'espace compris entre le coin postérieur de l'œil et la narine.

MOLGE VULGARIS L.

Leydig, op. cit., p. 55. — *Fatio*, op. cit., p. 564. — *Schreiber*, op. cit., p. 29.

Diagnose.

Longueur totale : 34 millimètres. Corps assez élancé. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue de la grandeur du corps avec la tête ou un peu plus longue, terminée en pointe aiguë ou légèrement arrondie. Membrane caudale élevée, remontant sur le dos. Yeux grands. Diamètre longitudinal de l'œil dépassant la longueur de l'intervalle internasal, parfois plus long que l'espace compris entre l'œil et la narine. Inter-

valle internasal n'atteignant pas la longueur de cet espace. Largeur de la paupière entrant deux fois dans celle de l'intervalle interorbitaire. Intervalle interorbitaire égal à la distance existant entre la narine et l'œil. Espace compris entre la narine et le bord de la lèvre entrant presque trois fois dans celui qui se trouve entre la narine et l'œil. Premier doigt n'atteignant pas toujours la moitié du deuxième.

MOLGE PALMATA SCHN.

Leydig, op. cit., p. 62. — *Fatio*, op. cit., p. 77. — *Schreiber*, op. cit., p. 34. — *Lataste*, op. cit., p. 345.

Diagnose.

Longueur totale : 29 millimètres. Corps élancé. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue de la grandeur du corps avec la tête ou un peu plus courte, terminée en pointe aiguë. Membrane caudale moyennement élevée, remontant sur le dos. Yeux moyens. Diamètre longitudinal de l'œil dépassant la longueur de l'intervalle internasal et égal à l'espace compris entre l'œil et la narine. Intervalle internasal généralement un peu plus court que cet espace. Largeur de la paupière n'atteignant pas la moitié de l'intervalle interorbitaire. Intervalle interorbitaire plus grand que la distance existant entre la narine et l'œil. Espace compris entre la narine et le bord de la lèvre, entrant presque trois fois dans celui qui se trouve entre la narine et l'œil. Premier doigt n'atteignant pas la moitié du deuxième.

MOLGE CRISTATA LAUR.

Leydig, op. cit., p. 22. — *Fatio*, op. cit., p. 525. — *Schreiber*, op. cit., p. 53. — *Von Ebner*, Ueber einen Triton cristatus mit Kiemen. Mittheil. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark, 1877. — *Hamann*, Ueber kiementragende Tritonen. Jen. Zeistchr. f. Naturwiss. Bd. XIV, N. F. VII, p. 567.

Diagnose.

Longueur : 50 à 82 millimètres. Corps épais. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue plus longue que le corps avec la tête (chez les jeunes) ou moins longue (chez les larves avant leur métamorphose), très effilée vers l'extrémité. Membrane caudale remontant sur le dos. Yeux grands. Diamètre longitudinal de l'œil presque égal à la distance qui sépare les narines. Intervalle internasal plus petit que la distance entre l'œil et la narine. Largeur de la paupière dépassant souvent, surtout chez les jeunes, la moitié de l'espace interorbitaire. Espace interorbitaire plus court que la distance entre la narine et l'œil. Distance du bord de la lèvre à la narine entrant quatre fois dans l'espace compris entre l'œil et la narine. Premier doigt dépassant la moitié de la longueur du deuxième. Doigts et orteils pas plus courts que la largeur de la racine caudale, pas plus courts que l'intervalle existant entre les houppes branchiales, pas plus courts que l'espace compris entre le coin postérieur de l'œil et la narine. Quinze à seize sillons verticaux sur les flancs. Neuf à dix sillons transverses sur la face ventrale.

MOLGE MARMORATA LATR.

Gachet, Notice sur le Triton marbré. Act. Soc. Linn., t. V, p. 299. Bordeaux. — *Lataste*, op. cit. — *De Bedriaga*, Les larves des Batraciens, etc., l. c.

Diagnose.

Longueur totale : 43 à 70 millimètres. Corps assez épais. Quatre doigts et cinq orteils. Largeur de la tête excédant la moitié de la distance entre la racine du membre antérieur et la racine du membre postérieur. Queue plus longue que le corps avec la tête, très effilée vers l'extrémité. Membrane caudale très élevée, remontant sur le dos. Yeux grands. Diamètre longitudinal de l'œil presque égal à la distance qui sépare les narines. Intervalle internasal plus petit que la distance entre l'œil et la narine. Largeur de la paupière atteignant la moitié de l'espace interorbitaire. Espace interorbitaire égal à la distance entre l'œil et la narine. Distance du bord de la lèvre à la narine entrant presque quatre fois dans l'espace compris entre l'œil et la narine. Premier doigt n'atteignant pas ou dépassant la moitié du deuxième. Doigts et orteils pas plus courts que la largeur de la racine caudale, pas plus courts que l'intervalle existant entre les houppes branchiales, pas plus courts que l'espace compris entre le coin postérieur de l'œil et la narine. Douze à treize sillons verticaux sur les flancs. Sept à huit sillons transverses sur la face ventrale.

M. Georges COUTAGNE

Ancien Élève de l'École polytechnique, à Rousset (Bouches-du-Rhône).

SUR LA FAUNE MALACOLOGIQUE TERRESTRE DES ILES DE LA RADE DE MARSEILLE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Au moment où l'étude complète de la faune et de la flore des îles de la rade de Marseille va être reprise par le savant directeur de la station zoologique d'Endoume, et les différents collaborateurs qu'il a su grouper autour de lui, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à présenter un aperçu sur la faune malacologique de ces îles, îlots ou rochers, d'après les publications où il en a été fait mention jusqu'à ce jour, et d'après mes propres recherches. De cet exposé ressortiront, d'une part, quelques faits certains, bien acquis, et, d'autre part, un assez grand nombre de points douteux, sur lesquels l'attention des naturalistes qui continueront ces études devra se porter plus spécialement.

En 1858, le 10 janvier, M. Bourguignat consacra « trois heures environ » à l'exploration malacologique du château d'If, et il publia, en 1860, sa *Malacologie terrestre de l'île du château d'If.* — En 1878, Jules Charreyre a donné, dans le *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Marseille*, une « Note sur la faune malacologique des îles de la rade de Marseille, Pomègues, Ratonneau et château d'If ». — Enfin, en 1881, j'ai exploré moi-même très sommairement, je dois l'avouer, Pomègues et Ratonneau le 27 octobre, le château d'If le 10 novembre, et l'îlot des Pendus le 19 novembre. Je rappellerai que ce dernier îlot, qui n'a guère qu'une centaine de mètres carrés de superficie, est habité par un curieux petit saurien, le *Phyllodactylus europœus*, sorte de gecko assez rare, et qui n'est connu, jusqu'à ce jour, que dans un très petit nombre d'îles ou d'îlots de la Méditerranée.

Dans les énumérations ou listes que je vais donner, je classerai les espèces par ordre d'abondance et de rareté relative. En effet, la classification systématique correspond à un ensemble de considérations qui n'ont guère de rapport avec celles qui font l'objet de la géographie botanique ou zoologique. D'ailleurs, le plus souvent on est loin d'être d'accord au sujet de la valeur et de la place à assigner à bien des groupes spécifiques, genres ou familles, en sorte que l'ordre systématique n'est plus alors qu'un ordre purement conventionnel. Mais, en outre, et ce second point de vue est plus important encore, la classification par ordre d'abondance relative est le seul moyen de mettre bien en évidence l'*abondance* ou la *rareté* des espèces ; ces particularités, faciles à déterminer, sont de la plus haute importance et même souvent plus utiles à considérer que la *présence* ou l'*absence*, pour lesquelles les recherches les plus longues et les plus minutieuses ne peuvent pas toujours donner la certitude. Quand on dresse la liste des espèces d'une station, on peut toujours craindre que cette liste ne soit incomplète, certaines espèces très rares ayant pu échapper aux plus patientes investigations, ou au contraire qu'elle ne comprenne à tort quelque espèce accidentellement importée, et qui ne fait réellement pas partie de la faune ou de la flore étudiée. Enfin, l'abondance de certaines espèces, de celles qui sont franchement dominantes, met en évidence les conditions de milieu réellement importantes, et détermine vraiment, pour ainsi dire, la physionomie biologique de chaque station.

1. *Helix vermiculata*, Müller, 1774. — « Très commune » au château d'If, d'après M. Bourguignat; « très commune » à Pomègues, Ratonneau et château d'If, d'après Charreyre; en 1881, je l'ai notée aussi très abondante à Pomègues et Ratonneau, mais je ne la vois pas mentionnée dans mes notes au château d'If, probablement par un oubli de ma part. Je l'ai notée assez commune sur l'îlot des Pendus, le 19 novembre 1881.

2. *Rumina decollata*, Linné, 1758. — Je l'ai trouvée assez abondante dans les

trois îles et dans l'îlot des Pendus. M. Bourguignat l'avait notée « peu abondante » au château d'If. Était-elle réellement peu abondante au château d'If en 1858? Il faut remarquer que lorsque le sol est sec depuis longtemps, ou pendant une période de froid (c'était sans doute le cas le 10 janvier 1858), il est presque impossible de récolter des individus vivants de cette espèce; si on néglige de rechercher les coquilles vides, ou même les débris qui peuvent seuls, quelquefois, donner pendant une exploration rapide un indice de la présence de certaines espèces, on peut facilement être induit en erreur. Charreyre dit en 1878: « abondante dans les trois îles; les plus grands individus n'atteignent pas 3 centimètres ». Les coquilles de cette espèce sont toujours assez petites en France, par rapport à certains échantillons gigantesques d'Algérie (52 millimètres de long et 22 millimètres de diamètre); mais les *Rumina* des îles, du château d'If, et même celles de l'îlot des Pendus, ne sont pas très exceptionnellement petites; sur le littoral sud de la rade d'Endoume, aux Goudes au delà de Montredon, j'en ai trouvé de plus petites encore, ayant, quoique parfaitement adultes, 21 millimètres de long et 7 millimètres de diamètre.

3. *Helix apicina*, Draparnaud, 1805. — M. Bourguignat l'a trouvée « assez commune » au château d'If, et Charreyre « assez commune au château d'If et à Pomègues ». Je l'ai notée abondante à Pomègues, Ratonneau, château d'If et îlot des Pendus.

4. *Clausilia solida*, Draparnaud, 1805. — M. Bourguignat l'a trouvée « assez commune » au château d'If, et Charreyre « assez commune » au château d'If et à Pomègues. Je l'ai notée abondante à Pomègues, Ratonneau, château d'If et l'îlot des Pendus.

5. *Truncatella lævigata*, Risso, 1826. — J'ai récolté à l'îlot des Pendus un seul échantillon de cette espèce. Si je la place au cinquième rang dans ma liste, malgré cette rareté apparente, c'est qu'elle est si commune sur tout le littoral, qu'il est fort probable qu'on la retrouvera dans les trois autres îles, lorsqu'on la cherchera dans sa station véritable, c'est-à-dire au niveau même de la mer, au milieu des débris de zostères entretenus humides par les vagues. C'est la cinquième et dernière espèce que j'ai pu trouver sur l'îlot des Pendus.

6. *Pupa cinerea*, Draparnaud, 1805. — M. Bourguignat dit *(Pupa quinquedentata)* : « espèce rare au château d'If », et Charreyre la signale simplement au château d'If et à Ratonneau. Je l'ai trouvée très abondante dans les trois îles, Pomègues, Ratonneau et château d'If.

M. Bourguignat a signalé, sous le nom de *Pupa amicta*, Parreys, et a même figuré comparativement à la *cinerea* ordinaire, une *Pupa* commune, dit-il, en Lombardie et en Piémont, et dont il a trouvé au château d'If un seul « mauvais échantillon brisé ». — Je ne connais pas la *Pupa amicta* de l'Italie, mais j'estime que la prétendue *amicta* du château d'If n'est très probablement qu'une variété *tridentata* de la *cinerea* ordinaire. J'ai récolté, dans le but de retrouver cette hypothétique *amicta*, un très grand nombre de *cinerea* dans les trois îles, et aussi sur divers points du littoral; j'ai pu, par ce moyen, sur plusieurs centaines d'échantillons, en réunir une dizaine répondant à la description de M. Bourguignat, c'est-à-dire ne présentant pas dans l'ouverture, à la paroi antérieure, les deux dents que la *cinerea* possède normalement. Parmi les *cinerea* du château d'If, j'ai trouvé aussi, par contre, quelques individus ayant trois dents au lieu de deux à la paroi aperturale externe, et représentant, par conséquent, une variété *sexdentata*.

7. *H. conspurcata*, Draparnaud, 1805. — Cette espèce a été signalée par Char-

reyre à Pomègues; M. Bourguignat ne l'avait pas trouvée au château d'If. Je l'ai récoltée à Pomègues, Ratonneau et château d'If; partout assez commune.

8. *H. trochoides*, Poiret, 1789. — Assez commune aussi dans les trois îles; elle n'avait pas encore été signalée au château d'If. Charreyre l'avait déjà récoltée à Pomègues et Ratonneau.

9. *H. Pisana*, Müller, 1774. — « Très commune » au château d'If, d'après M. Bourguignat; « très commune » à Ratonneau et au château d'If, d'après Charreyre. Je l'ai trouvée abondamment aussi, à Ratonneau et au château d'If. Il serait bien extraordinaire qu'elle ne se trouvât pas à Pomègues.

J'ai déjà indiqué, il y a neuf ans, au Congrès de la Rochelle, les motifs pour lesquels je considère l'*H. catocyphia* de M. Bourguignat comme une variété anormale de l'*H. Pisana*. Je ne reviendrai donc pas sur ce point; je ferai seulement remarquer qu'il en résulte que l'*H. explanata*, citée par Charreyre au château d'If, simplement parce qu'il croyait l'*H. catocyphia* une variété de l'*explanata*, doit être définitivement rayée de la liste des mollusques terrestres du château d'If.

10. *Pupilla umbilicata*, Draparnaud, 1805. — « Assez rare » au château d'If, d'après M. Bourguignat; « assez rare » au château d'If et à Ratonneau, d'après Charreyre. Je l'ai récoltée dans les trois îles, où je la considère comme assez commune. Bien des petites espèces semblent rares à qui n'a pu en récolter que quatre ou cinq échantillons, après de minutieuses recherches; mais il suffit parfois de retourner un lendemain de pluie dans la même station, pour être obligé de changer radicalement d'avis. Quand on fait une exploration par un temps de sécheresse, il faut donc se méfier de ses premières impressions, surtout en ce qui regarde les petites espèces, ou les grosses qui ont l'habitude de se terrer, les *H. melanostoma* et *Rumina decollata*, par exemple.

11. *Hyalinia lucida*, Draparnaud, 1805. — « Assez rare » au château d'If, d'après M. Bourguignat; Charreyre répète la même indication. Je l'ai trouvée, au contraire, assez abondante au château d'If; j'en ai récolté facilement soixante-deux échantillons, sur lesquels deux ou trois, tout au plus, sont assez déprimés pour pouvoir être rapportés à l'*H. Blauneri* (Shuttleworth, 1843) que M. Bourguignat croit devoir séparer spécifiquement de la forme type de la *lucida*.

12. *Helix pseudenhalia*, Bourguignat, 1860. — M. Bourguignat signale au château d'If l'*H. neglecta* (Draparnaud, 1805), var. *subneglecta* « assez commune » et l'*H. pseudenhalia* « très abondante ». Cette *pseudenhalia*, forme « très voisine » de l'*H. destituta* (Charpentier, *in* Pfeiffer, 1853), a été d'ailleurs bien décrite et très bien figurée. Charreyre a simplement copié M. Bourguignat, mais en changeant le nom de *pseudenhalia* en celui de *destituta*.

Il n'y a, dans cette double indication, qu'une seule et même espèce. J'ai récolté au château d'If un nombre très suffisant d'individus (trente-deux adultes vivants, et plus de cent coq. vides, jeunes ou adultes) pour voir tous les intermédiaires entre les deux types bien caractérisés de l'*H. pseudenhalia* et de l'*H. subneglecta* (Bourguignat, *in* Servain, 1880), — car cette forme a été, en effet, élevée au rang d'espèce.

Sous quel nom conviendrait-il de réunir ce groupe un peu polymorphe d'hélices du château d'If? Faut-il les rattacher, comme l'a dit M. Bourguignat, à l'*H. destituta*, ou au contraire à l'*H. lineata* (Olivi, 1799)? Cette question intéressante nous entraînerait dans une discussion beaucoup trop longue, et je compte d'ailleurs revenir prochainement sur ce sujet. Je me bornerai à indiquer, d'une part, que cette même espèce se trouve aux Goudes, c'est-à-dire à l'ouest du petit

massif de Marsilhoveyre (c'est la station de l'*Helix Marioniana*, Bourg. *in* Locard, 1882); et, d'autre part, que je crois devoir adopter, provisoirement, le nom de *pseudenhalia*, qui a l'avantage de correspondre à une forme bien précise, et rigoureusement délimitée, grâce à la description minutieuse et aux bons dessins de M. Bourguignat, en sorte qu'il ne peut y avoir d'ambiguïté à son sujet.

13. *Krinickia lumbricoides*, Coutagne, 1891. — Voici la description de ce nouveau limacien, dont j'ai trouvé cinq individus au château d'If, le 10 novembre 1881.

Animal très agile, ayant en extension de 25 millimètres à 30 millimètres de longueur sur 1 millimètre et demi de large; bouclier placé très en arrière sur le corps pendant la marche, arrondi en avant et en arrière, orné de stries concentriques très régulières, ou plus exactement de stries semi-circulaires équidistantes; limacelle visible par transparence, à la partie postérieure du bouclier; carène caudale très courbe, obtuse pendant la marche, mais très aiguë et en crête, dès que l'animal est un peu contracté; couleur du corps absolument pareille à celle d'un ver de terre, d'un cendré rougeâtre, moucheté çà et là de petits points noirs, avec le bouclier et le dessous du corps plus pâle; ouverture pulmonaire plus claire, formant une tache presque blanche; mucus aqueux, transparent.

Il y aura lieu de rechercher cette nouvelle espèce à Pomègues et à Ratonneau, ainsi que sur le littoral; car il est extrêmement peu probable qu'elle soit localisée au château d'If. Mais ce n'est que le jour même d'une pluie, ou tout au plus le lendemain, qu'on peut espérer récolter des limaciens, dans ces portions si arides de la Provence maritime.

14. *Pupa granum*, Draparnaud, 1805. — « Espèce assez abondante » au château d'If, d'après M. Bourguignat; « abondante » au château d'If et à Pomègues, d'après Charreyre. Je l'ai trouvée à Pomègues et à Ratonneau, mais je ne l'ai pas notée au château d'If, ou sans doute elle m'a échappé.

15. *Ferussacia folliculus*, Gronovius, 1781. — « Très rare » au château d'If, d'après M. Bourguignat (*F. Gronoviana*, Risso, 1826), et « rare » au château d'If et à Pomègues, d'après Charreyre. Je ne l'ai, au contraire, rencontrée ni à Pomègues ni au château d'If, mais à Ratonneau.

M. Bourguignat a subdivisé l'ancienne espèce *folliculus* en : *regularis*, *folliculus*, *Vescoi* et *Gronoviana*, pour ne parler que des formes qu'il a décrites dans sa *Malacologie de l'île du château d'If*. La *regularis* est caractérisée par la grande régularité de l'accroissement de la spire, laquelle, en outre, a sept tours, au lieu de six comme les trois autres; chez la *folliculus*, cet accroissement est encore assez régulier, mais cependant moins parfaitement; chez la *Vescoi* la spire prend subitement, vers le commencement de l'avant-dernier tour (mais souvent un peu avant ou un peu après), un développement brusquement exagéré, et il en résulte que la suture, au lieu de former une sorte d'hélice régulièrement descendante, présente sur un tiers, la moitié, ou même parfois la totalité d'un tour, une inclinaison notablement plus grande qu'avant ou après cette sorte d'irrégularité. Enfin, chez la *Gronoviana*, à cette même irrégularité d'accroissement de la spire vient se joindre une légère courbure de l'axe collumellaire, ce qui donne à la coquille une apparence streptaxiforme.

J'ai récolté cette espèce dans bien des stations différentes du Languedoc et de la Provence. J'ai constaté que la forme de beaucoup la plus répandue était la *Vescoi*; la courbure de la *Gronoviana* se rencontre çà et là, plus ou moins caractérisée, mais très rarement bien typique (c'est-à-dire conforme au type figuré par

M. Bourguignat). La régularité d'accroissement de la *folliculus* est aussi assez rare, et surtout cette régularité bien parfaite, jointe à une spire de sept tours au lieu de six, c'est-à-dire la *regularis*. A Ratonneau, sur les quarante échantillons que j'ai récoltés, trois ou quatre pourraient être étiquetés *folliculus* (Bourguignat, 1860, — car cette forme, comprise dans un cadre très étroit, n'est pas du tout synonyme du *folliculus* des anciens auteurs, qui comprenaient l'espèce d'une façon plus large), et tous les autres, *Vescoi*. Au contraire, au château d'If, M. Bourguignat n'avait trouvé que la *Gronoviana*.

16. *Helix melanostoma*, Draparnaud, 1805.— Je n'ai trouvé nulle part l'*H. melanostoma*, que M. Bourguignat a indiquée « très abondante » au château d'If, et que Charreyre a indiquée aussi « très abondante au château d'If et à Ratonneau; ou du moins elle n'est mentionnée nulle part dans mes notes sur les trois îles. Cette espèce a-t-elle disparu depuis quelques années, ou n'ai-je pas su la trouver? Il se pourrait aussi que je l'aie vue, mais que j'aie oublié tout simplement de la noter. Ces deux dernières hypothèses sont bien plus probables que la première.

17. *H. Numidica*, Moquin-Tandon, *in* Pfeiffer, 1848. — Cette espèce, dont M. Bourguignat a récolté « quelques échantillons » au château d'If, paraît avoir été observée par Charreyre en 1878; mais en 1881 je n'ai pu en trouver aucun exemplaire.

18. *H. conoidea*, Draparnaud, 1805. — Même observation que pour l'espèce précédente; je n'ai pu la trouver au château d'If, où M. Bourguignat l'a indiquée « assez rare », et Charreyre « assez commune ». Mais ce dernier n'aurait-il pas fait confusion avec l'*H. trochoides*, dont la carène est parfois si peu accusée, et que j'ai récoltée en abondance au château d'If, tandis que lui, au contraire, ne l'y a pas signalée?

L'*H. conoidea* est la dernière espèce que nous ayons à signaler au château d'If; les suivantes n'ont été observées que dans l'une ou l'autre des deux grandes îles, Pomègues et Ratonneau.

19. *Leucochroa candidissima*, Draparnaud, 1805. — Je l'ai trouvée abondante partout, à Pomègues et Ratonneau, où Charreyre avait déjà constaté sa présence.

20. *Helix terrestris*, Pennant, 1777. — Même observation que pour l'espèce précédente.

21. *H. splendida*, Draparnaud, 1805. — Commune à Pomègues et Ratonneau; il est singulier qu'elle ait échappé à Charreyre, qui n'en parle pas.

22. *H. lenticula*, Ferrussac, 1822. — Même observation que pour l'*H. splendida*.

23. *Cyclostoma sulcatum*, Draparnaud, 1805. — Espèce commune à Pomègues et Ratonneau, où je l'ai récoltée, et où Charreyre l'avait déjà signalée.

24. *Pomatias patulus*, Draparnaud, 1805. — N'a pas été signalé par Charreyre; je l'ai récolté dans les deux îles, où il est assez commun.

25. *Cyclostoma elegans*, Müller, 1774. — Signalé par Charreyre à Pomègues et Ratonneau; je ne l'ai noté qu'à Pomègues; mais il est bien probable qu'il existe toujours à Ratonneau.

26. *Helix acuta*, Draparnaud, 1805. — J'en ai trouvé quelques rares échantillons à Pomègues. Il s'agit bien ici du *Bulimus acutus* de Draparnaud, qui a été exactement décrit et figuré, et au sujet duquel il n'y a aucune ambiguïté. Je considère comme une question d'histoire ancienne de savoir si l'*H. acuta* de Müller (1774), si brièvement décrite, et non figurée, doit être rapportée à cette espèce, ou au contraire au *B. ventricosus* de Draparnaud.

27. *Pupa multidentata*, Olivi, 1792. — J'ai récolté douze échantillons de cette espèce à Pomègues.

28. *Cœcilianella acicula*, Müller, 1774. — Je n'ai trouvé qu'un seul échantillon de cette espèce à Pomègues.

	POMÈGUES	RATONNEAU	CHATEAU D'IF	ILOT DES PENDUS
1. Helix vermiculata	*	*	* ?	— *
2. Rumina decollata	*	*	*	— *
3. Helix apicina	— *	*	*	— *
4. Clausilia solida	*	— *	*	— *
5. Truncatella lœvigata	* ??	* ??	* ??	— *
6. Pupa cinèrea	— *	*	*	
7. Helix conspurcata	*	— *	— *	
8. H. trochoides	*	*	— *	
9. H. pisana	* ??	*	*	
10. Pupilla umbilicata	— *	*	*	
11. Hyalinia lucida	* ??	* ??	*	
12. Helix pseudenhalia	* ??	* ??	*	
13. Krinickia lumbricoides	* ??	* ??	— *	
14. Pupa granum	*	— *	* ?	
15. Ferussacia folliculus	* ?	— *	* ?	
16. Helix melanostoma	* ??	* ?	* ?	
17. H. Numidica	* ??	* ??	* ?	
18. H. conoidea	* ??	* ??	* ?	
19. Leucochroa candidissima	*	*		
20. Helix terrestris	*	*		
21. H. splendida	— *	— *		
22. H. lenticula	— *	— *		
23. Cyclostoma sulcatum	*	*		
24. Pomatias patulus	— *	— *		
25. Cyclostoma elegans	*	* ?		
26. Helix acuta	— *	* ??		
27. Pupa multidentata	— *	* ??		
28. Cæcilianella acicula	— *	* ??		

Nous avons résumé, dans le tableau ci-dessus, la distribution de ces vingt-huit espèces entre les quatre stations qui font l'objet de cette note. Deux points de doute désignent les espèces qui n'ont été trouvées ni par mes prédécesseurs, MM. Bourguignat et Charreyre, ni par moi-même; dans ce cas, la présence de ces espèces dans les stations correspondantes est des plus problématiques. Un seul point de doute indique les espèces signalées par M. Bourguignat, ou par Charreyre, mais que je n'ai pu ou su retrouver; la présence de l'espèce est alors encore un peu douteuse, tout au moins

pour moi-même. Enfin, je n'ai fait suivre d'aucun point de doute les espèces dont j'ai positivement constaté la présence; un tiret met en évidence, parmi ces dernières, celles dont la présence n'avait pas encore été signalée.

Cette liste de vingt-huit espèces, qu'il faudrait peut-être réduire à vingt-six, par l'élimination des *H. Numidica* et *conoidea*, ne représente pas assurément toute la faune malacologique des îles de la rade de Marseille. C'est à peine si j'ai consacré deux heures à l'exploration des deux grandes îles du Frioul, et Charreyre, pour qui deux espèces seulement (*H. vermiculata* et *Rumina decollata*) sont communes à Pomègues, Ratonneau et château d'If, ne paraît pas non plus avoir cherché bien sérieusement les mollusques terrestres de ces îles. La faune de la Provence, aux environs de Marseille, comprend un beaucoup plus grand nombre d'espèces, dont probablement plusieurs seront retrouvées dans les îles, quand l'exploration méthodique de celles-ci aura été faite avec soin. Je vais indiquer très sommairement les espèces que j'ai eu l'occasion de récolter, en outre des vingt-six précédemment énumérées (je déduis les *H. Numidica* et *conoidea*) dans les quelques excursions suivantes, qui sont relatives exclusivement aux environs de Marseille et à la zone littorale, jusqu'à environ cent mètres du rivage.

Le cap Couronne (de Martigues au cap Couronne, 2 octobre 1881); Carri-le-Rouet (de Châteauneuf-les-Martigues à Carri, 2 août 1885); le Rouet (de Châteauneuf au Rouet, par Ensué, et retour à Pas-de-l'Ancié, 31 octobre 1880); l'Estaque (environs de l'Estaque, col de la Nerte, et Pas-de-l'Ancié, 7 novembre 1880); le vallon des Auffes et la colline de Notre-Dame de la Garde (24 novembre 1881); Montredon, les Goudes et le cap Croizette (15 septembre 1882); enfin, la Calanque de Sormiou (de Mazargues à la Calanque, 3 mars 1881).

1° Les espèces suivantes sont assez abondantes sur tout le littoral; c'est donc parmi elles qu'on retrouvera, le plus probablement, les quelques mollusques encore inconnus des îles du Frioul.

Helix maritima, Draparnaud, 1805.
H. cespitum, Draparnaud, 1805.
H. aspersa, Müller, 1774.
H. pyramidata, Draparnaud, 1805.
H. trepidula, Servain, 1880.
H. costata, Müller, 1774.
Zonites algirus, Linné, 1758.
H. rupestris, Studer, 1789.
Pupa avenacea, Bruguière, 1792.
Milax gagates, Draparnaud, 1805.
Testacella haliotidea, Draparnaud, 1805.

2° Ce second groupe comprend six espèces moins répandues que les précédentes dans la zone littorale que nous envisageons, quoique très abondantes dans d'autres portions de la Provence.

Helix ventricosa, Draparnaud, 1805.
H. variabilis, Draparnaud, 1805.
H. striata, Draparnaud, 1805.
H. rugosiuscula, Draparnaud, 1805.
Pupa polyodon, Draparnaud, 1805.
Chondrus quatridens, Müller, 1774.

En résumé, la faune malacologique terrestre du littoral de la Provence, aux environs de Marseille, comprend environ quarante-trois espèces, dont vingt-six au moins habitent les îles de Pomègues, Ratonneau, château d'If, et l'îlot des Pendus. Ces îles ou îlots renferment un nombre d'espèces d'autant plus grand que leur étendue est plus importante; il y en a *cinq* sur l'îlot des Pendus; *seize* au château d'If, et *vingt-six* dans les îles de Pomègues et de Ratonneau. Enfin, autant que peuvent le faire supposer nos listes encore bien incomplètes, les cinq espèces de l'îlot des Pendus se retrouvent toutes dans les trois îles plus grandes que lui; les seize du château d'If se retrouvent toutes dans les deux grandes îles, Pomègues et Ratonneau; et les faunes de ces deux dernières ne semblent pas différer l'une de l'autre.

M. KÜNCKEL D'HERCULAIS

Assistant au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

LES INVASIONS DES ACRIDIENS EN ALGÉRIE EN 1891 (OBSERVATIONS BIOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES)

— Séance du 19 septembre 1891 —

Après avoir fait ressortir l'importance de l'étude des positions que prennent les ailes et les pattes pendant le vol chez les Acridiens, et en particulier chez les Criquets pèlerins, au point de vue de nos connaissances sur la mécanique de la locomotion aérienne, M. Künckel décrit sommairement les attitudes invariables de ces insectes pendant la pariade et l'accouplement; il explique que les mouvements vibratoires que les mâles de ces Criquets impriment à leurs pattes postérieures pendant l'accouplement sont phylogénétiques, si l'on peut s'exprimer ainsi. Chose singulière, les *Acridium peregrinum* sont muets; ils ne possèdent aucun appareil musical; mais ils ne font pas moins les mouvements qui devraient produire les vibrations sonores; ces mouvements représentent, en effet, les tremblements d'archet des cuisses sur les nervures des ailes que les mâles de beaucoup d'Acridiens, les *Stauronotus*, les *Pachythylus*, les *Stenobothrus*, par exemple, exécutent pour produire leurs chants d'amour (1).

Tous ceux qui ont vu les femelles des Acridiens enfoncer leur abdomen dans le sol, et dans le sol le plus dur, pour y déposer leurs œufs, sont

(1) Voy. J. Künckel d'Herculais, Conférence faite au Congrès de l'Association, à Oran, en 1888.

demeurés surpris de la facilité et de la rapidité de l'opération; mais ils ont vainement cherché à se rendre compte des procédés qu'elles emploient. M. Künckel a découvert les moyens mécaniques qu'elles mettent en jeu. A proprement parler, elles ne creusent ni ne forent la terre avec leur abdomen, comme nous le ferions avec nos outils spéciaux, puisqu'elles ne tirent des trous aucuns déblais; en réalité, elles enfoncent leur abdomen comme nous enfoncerions une cheville, un pieu, par pression; les pièces solides, constituant l'armure génitale, qui sont à l'extrémité de l'abdomen, ne sont pas des instruments perforants; ce sont des instruments appropriés qui ont pour objet de dissocier les grains de sable, les parcelles de terre, et de les appliquer contre la paroi du trou par des mouvements successifs de rapprochement et d'écartement déterminés par des muscles spéciaux. Ceci posé, il s'agit de savoir quelle est la force que les femelles ont à leur disposition pour enfoncer leur abdomen dans le sol; on sera fort étonné d'apprendre que les muscles ne jouent qu'un rôle secondaire. Solidement cramponnées à l'aide de leurs pattes antérieures et médianes, les pattes postérieures jetées de-ci de-là, souvent même relevées, elles tâtent le terrain avec leur armure génitale; celui-ci reconnu favorable, elles enfoncent leur abdomen peu à peu, mais assez rapidement, en reculant au fur et à mesure, jusqu'à ce que le plastron sternal vienne toucher l'orifice du trou. Chaque femelle peut creuser ainsi une cavité ayant jusqu'à 8 centimètres de profondeur; mais son abdomen ne mesure que 5 centimètres: il est donc susceptible de s'allonger de 3 centimètres, et par conséquent d'accroître sa capacité en proportion de son allongement. Or, nos Acridiens n'ont à leur disposition que la quantité de sang invariable qui remplit leur cavité générale; c'est alors qu'ils usent à nouveau de l'artifice qu'ils ont déjà utilisé lors de l'éclosion, de chacune de leurs mues et de la métamorphose: ils remplissent leur tube digestif d'une quantité d'air en rapport avec les dimensions qu'ils ont nécessité de donner à leur abdomen. Dans ces conditions, le tube digestif fait fonction de pompe à air, le sang sert de matelas pour régulariser la pression donnée par la contraction des muscles qui tendent d'ailleurs, par leur élasticité, à ramener l'abdomen à sa position initiale.

Quand les femelles sont arrivées à donner à leur abdomen son extension maximum, c'est-à-dire lorsque la cavité a atteint, par exemple, la profondeur maximum de 8 centimètres, elles donnent aux pièces de l'armure génitale leur plus grand écartement et sécrètent alors une matière visqueuse qui cimente les grains de sable ou les parcelles de terre du fond de la cavité; puis elles commencent leurs pontes; les œufs et la matière visqueuse sont émis simultanément, mais l'écoulement de cette dernière se fait à la périphérie de la masse ovigère de façon à consolider les parois de la cavité. La ponte terminée, nos femelles continuent à émettre la

matière qui forme en se desséchant, à la partie supérieure du trou de ponte, un bouchon spumeux, mesurant 3 à 4 centimètres. La rétraction graduelle de l'abdomen accompagne l'émission des œufs.

M. le Dr VILLENEUVE

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

LA BILHARZIOSE EN TUNISIE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Au mois de mai 1891, j'ai eu l'occasion d'observer un cas de bilharziose sur un matelot originaire de Corse, habitant Marseille, et n'ayant jamais habité d'autres pays, sauf la Tunisie, où il a fait son service militaire. Il est donc extrêmement probable que c'est dans cette dernière contrée qu'il a contracté cette maladie parasitaire.

M. le professeur Raphaël Blanchard ayant élevé des doutes sur la réalité de l'existence de la bilharzia sur le sujet en question (Société de Biologie, séance du 18 juillet 1891), j'ai l'honneur de présenter aux membres de la Section de Zoologie, le malade lui-même, que j'ai été assez heureux de retrouver, après l'avoir perdu de vue, ainsi que des préparations de son urine, où il est facile de constater la présence d'œufs de bilharzia.

Lors de mon premier examen, j'avais observé un embryon de ce parasite dans l'urine du malade. Ce fait, bien qu'exceptionnel, a été dûment constaté, et par d'autres observateurs (Zancarrol, Chevreau, Chazal).

Quant à la réclamation de priorité élevée par mon distingué confrère, le Dr Brault, de Lyon, je ne répondrai qu'un mot : ma première communication (Société médico-chirurgicale des Hôpitaux de Marseille) est du 2 juin et celle de M. Brault *(Gazette hebdomadaire)* du 8 août 1891.

Je termine en rappelant que c'est la première fois que la bilharziose est constatée en Tunisie, sans insister davantage sur les conséquences de ce fait au point de vue de l'hygiène de nos soldats et des colons de ce pays.

M. Jacques LÉOTARD

Secrétaire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

SUR LA DISPARITION OU L'EXTENSION DE DIVERSES ESPÈCES ANIMALES

— Séance du 21 septembre 1891 —

L'évolution biologique continuant aujourd'hui sur notre planète comme durant les précédentes époques géologiques, de nombreuses espèces animales s'éteignent ou se répandent, par suite de la sélection naturelle, qui résulte surtout de la lutte pour l'existence soutenue par les animaux, soit contre l'Homme, soit entre eux, soit contre les climats.

Nous avons recherché à ce point de vue quelles sont les principales espèces animales qui, depuis l'apparition de l'Homme au commencement de l'âge quaternaire, ont disparu ou sont en état de décroissance, et celles qui, au contraire, ont rayonné autour de leur habitat primitif ou sont en voie d'extension.

*
* *

En commençant cette revue sommaire des classes les plus élevées du règne animal, nous avons à signaler la décroissance des *Anthropoïdes*. L'aire géographique de ces grands singes, jadis considérable, se restreint de plus en plus et la guerre qu'on leur livre amènera fatalement leur extermination : l'*Orang-outang* ne se trouve qu'à Bornéo et dans les forêts reculées de l'est de Sumatra; le *Gorille* vit dans l'intérieur de la Basse-Guinée, à l'écart des habitations humaines; le *Chimpanzé* existe seul en assez grand nombre, dans l'Afrique équatoriale, particulièrement dans la région occidentale. Ajoutons que les *Lémuriens* des terres de l'océan Indien sont aussi en voie de diminution.

Abordant les carnivores, nous trouvons dans le genre Ours des espèces qui ont été contemporaines de nos ancêtres européens pendant l'époque quaternaire et qui ont disparu avant la période actuelle : citons le grand *Ours des cavernes*, qui fût abondant en France, et plusieurs espèces intermédiaires entre celui-ci et notre *Ours brun* ou parents de l'*Ursus ferox* d'Amérique. Aujourd'hui, les *Ours* des Alpes et des Pyrénées, assez nombreux encore il y a un demi-siècle, sont devenus rares. Le grand *Ours gris* d'Amérique *(Ursus ferox)* a lui-même considérablement diminué et, de l'aire géographique qu'il occupait jadis dans l'Amérique du nord, il

s'est retiré devant l'homme au sein des Montagnes-Rocheuses; il en est de même de l'*Ours noir* d'Amérique. Le *Glouton*, qui, au temps quaternaire, habitait le sud jusqu'en France, s'est réfugié dans les pays du nord, où il n'est d'ailleurs qu'en petit nombre.

Parmi les Félins, signalons la disparition d'une belle espèce, très répandue en France et en Europe pendant l'époque quaternaire, le *Felis spelœa* ou *grand Chat des cavernes*. Le *Lion*, aujourd'hui beaucoup moins commun que dans l'antiquité et dont plusieurs espèces européennes se sont éteintes avec l'âge quaternaire (Aristote l'a signalé en Turquie), n'est répandu qu'en Afrique, où encore il a été à peu près chassé du nord et du sud; quelques lions, moins sauvages que ceux d'Afrique, existent également en Asie mineure, en Arabie, en Perse et vers le plateau central asiatique. La *Panthère* et le *Léopard*, qui ont vécu aussi dans l'Europe quaternaire, sont devenus très rares en Algérie. Quant aux *Tigres*, récemment exterminés à Ceylan et dans quelques petits districts indiens, ils demeurent très nombreux dans l'Asie méridionale. Le *Jaguar* a été chassé de l'Amérique du nord. Le *Lynx*, qui, à l'époque quaternaire, se trouvait dans toute l'Europe, n'habite plus que les montagnes du centre. Le *Chat domestique*, au contraire, s'est partout répandu, même à l'état sauvage.

La *Genette* est en voie de disparition dans l'Europe méridionale. La *Loutre de mer* des côtes du Pacifique nord a été tellement pourchassée que l'espèce est sur le point de s'éteindre; celle de la mer du Sud est dans le même cas.

Les *Chiens*, dont les espèces souches ont été domestiquées dès l'âge quaternaire, sont devenus les plus fidèles compagnons de l'homme, qui les a partout répandus et en a créé de nombreuses variétés. Les *Loups*, qu'on a réussi à détruire en Grande-Bretagne, demeurent assez répandus sur le continent, surtout en Russie. En France, leur nombre diminue très sensiblement, car plus de six cents sont tués chaque année avec prime de l'État; ils disparaîtront avant longtemps. Le *Loup des prairies*, de l'Amérique du nord, autrefois très abondant, a beaucoup diminué devant l'homme. Le *Chacal* ne se rencontre à peu près plus dans l'Europe méridionale. De cette même région, qu'il habitait à l'époque quaternaire, le *Renard polaire* s'est retiré dans l'extrême Nord, mais la *Marte*, aussi ancienne, se trouve encore parfois en France.

Le genre Hyène a possédé dans l'Europe quaternaire plusieurs espèces, notamment la grande *Hyène des cavernes*, qui est probablement devenue l'*Hyène tachetée* de l'Afrique centrale et méridionale.

Enfin, la *Taupe d'Europe*, récemment importée dans l'Australie du sud, y est devenue un fléau et commet, jusque dans les villes, des dégâts considérables.

Les carnivores amphibies comprennent des espèces que l'homme poursuit avec acharnement dans les régions polaires, où ils vivent en grandes troupes et sont l'objet d'un important commerce. Autrefois nombreux en Europe, les *Phoques* sont devenus assez rares; on en trouve encore quelques-uns sur le littoral de la Provence notamment. Ces pinnipèdes ont considérablement diminué sur les rivages de l'Océan Glacial arctique, dans le nord de l'ancien continent et même au Groënland et au Canada. Sur les côtes de la mer de Behring, c'est surtout aux *Otaries* qu'on livre la guerre; on en a tué des millions et leur extermination est à craindre. Les *Morses*, particulièrement poursuivis pour leurs défenses d'ivoire, ont beaucoup diminué et se retirent de plus en plus au nord de la mer de Behring, où ils finiront par disparaître. D'autre part, l'extrémité méridionale de l'Amérique et les îles australes, qui possédaient jadis d'innombrables pinnipèdes, ont été aussi en grande partie dépeuplées. Nous avons donc la perspective d'une extinction prochaine des amphibiens, à la suite de leur émigration dans les parages glacés des pôles.

L'ordre des Rongeurs comprend plutôt des espèces en voie d'extension que de disparition. L'*Écureuil* s'est extrêmement multiplié aux États-Unis et y cause de sérieux dégâts. Toutefois, le *Spermophile* qui vivait dans l'Europe quaternaire s'est retiré en Asie, et la *Marmotte*, qui a également habité les plaines françaises à cette époque, ne se trouve plus que dans les Alpes.

La *Souris*, le *Rat*, le *Surmulot* (qui a même supplanté le rat commun dans la plupart des villes d'Europe et ailleurs), sont aujourd'hui répandus sur toute la Terre, quoique originaires d'Asie; on cite leurs grandes dépréda-tions en Chine, aux Antilles, au Brésil, en Australie et dans les îles du Pacifique. Les *Campagnols*, venus de Sibérie, exercent dans toute l'Europe de sérieux ravages.

D'autre part, le *Lemming* a reculé de la France, qu'il habitait au temps quaternaire, jusqu'en Norwège et en Laponie; de même, le *Lagomys* s'est retiré en Sibérie. Le *Hamster*, qui de la France quaternaire a émigré vers l'est de l'Europe, est actuellement en Allemagne l'objet d'une grande destruction.

Le *Castor*, commun dans toute l'Europe depuis l'époque quaternaire, a commencé à devenir rare il y a dix siècles, à cause de la poursuite de l'homme, qui y amènera sa prochaine disparition. Sur le Rhône, dans le nord de la Camargue, qui demeure une des quelques localités où l'on trouve encore des castors, il en existe à peine une centaine d'individus. Pourchassés au Canada, où ils formaient jadis de vrais villages, ces animaux y sont également en voie de décroissance, mais ils restent assez nombreux en Sibérie.

Le *Lièvre*, qu'on trouvait en Europe dès l'âge quaternaire, est aujour-

d'hui partout répandu. Le *Lapin* est dans un cas identique; même dans certains pays, tels que l'Australie et la Nouvelle-Zélande, il est devenu un terrible fléau, par suite de sa trop grande multiplication.

Enfin, le *Cobaye*, originaire de l'Amérique du sud, afflue à l'état domestique dans beaucoup de contrées.

L'ordre des Édentés, qui est surtout représenté dans l'Amérique méridionale, a possédé dans cette partie du monde, pendant l'époque quaternaire de grandes espèces disparues avant la fin de cette période, notamment le *Mégathérium*, le *Glyptodon*, le *Mégalonyx*, le *Mylodon* et le *Toxodon*. Les espèces actuelles du genre *Paresseux*, dont les individus sont d'ailleurs rares et nullement bien armés pour la concurrence vitale, sont entre autres destinées à disparaître bientôt devant la civilisation humaine.

L'ordre des Pachydermes, particulièrement riche avant l'apparition de l'homme, a eu à l'âge quaternaire un certain nombre d'espèces qui se sont éteintes avant l'ère présente. Les *Éléphants*, survenus à la suite du grand *Mastodonte*, que les premiers hommes ont dû connaître, ont possédé notamment l'*Elephas meridionalis*, puis l'*Elephas antiquus*, qui furent nombreux en France et après lesquels se répandit le *Mammouth* ou *Elephas primigenius*, lequel habita en dernier lieu le nord des deux continents. Quant aux deux espèces actuelles, qui ont existé en Europe dans les temps préhistoriques, l'*Éléphant d'Asie*, domestiqué dans les Indes, où il rend de grands services, sera assurément conservé, tandis que l'*Éléphant d'Afrique*, dont les défenses sont d'ailleurs plus longues et qui reste à l'état sauvage, chassé jusque dans le centre du continent noir, est fatalement condamné à disparaître sous les coups des marchands d'ivoire. Beaucoup plus nombreux il y a deux mille ans, leur aire géographique s'étendant alors jusqu'à la région méditerranéenne, les éléphants africains sont en diminution très sensible, notamment dans l'Afrique australe, où ils ont disparu de plusieurs districts.

L'*Hippopotame*, aujourd'hui restreint à l'Afrique, où on l'a même chassé de quelques régions du nord et du sud, a eu dans l'Europe quaternaire un ancêtre disparu avant l'ère actuelle : l'*Hippopotamus major*.

Le *Cochon domestique*, seulement répandu à l'origine dans l'ancien continent, où plusieurs espèces existaient dès l'époque préhistorique, a eu son aire étendue à l'Amérique, à la suite de la découverte du nouveau monde, ainsi qu'aux îles de l'Océanie, où il fait même des dégâts sérieux; on le trouve aujourd'hui partout en grand nombre et il est redevenu sauvage en maintes régions. Les *Sangliers*, quoique moins répandus en Europe que jadis, sont encore assez nombreux ; cependant, ils ont été entièrement détruits en Grande-Bretagne.

Les *Rhinocéros* ont eu plusieurs de leurs espèces éteintes contemporaines de l'homme quaternaire, en Europe et en Sibérie, notamment les

Rhinoceros hemithœchus, *etruscus* et *leptorhinus*, suivis du *Rhinoceros tichorhinus*, le plus abondant. Les *Rhinocéros*, d'ailleurs peu nombreux et en notable diminution, sont chassés dans les Indes et en Afrique non seulement pour leur ivoire, mais parce qu'ils commettent d'importants dégâts. En outre, un grand animal voisin des rhinocéros, l'*Elasmotherium*, a vécu en Russie à l'époque quaternaire.

Les Solipèdes ont fourni à l'homme le *Cheval*, qui, originaire de l'Asie centrale, est aujourd'hui répandu sur toute la Terre, en nombreuses variétés, comme étant le plus précieux des animaux domestiques. Les souches de cette espèce comptaient de nombreux individus en Europe à l'âge quaternaire; le cheval vivait également alors en Amérique, mais il n'y existait plus quand les Espagnols découvrirent le nouveau continent et il y fut importé par eux. Les mêmes remarques s'appliquent à l'*Ane*, actuellement partout dispersé, quoique moins abondant que le cheval.

Dans l'ordre des Ruminants, nous avons de nombreuses espèces à signaler. Le *Chameau* et le *Dromadaire* de l'ancien continent, comme les *Lamas* de l'Amérique du sud, entrés en domesticité, sont par cela au nombre des espèces en voie d'extension. Mais parmi les ruminants sans cornes, nous devons signaler, d'autre part, la diminution du *Chevrotain porte-musc*, qui se retire de plus en plus dans l'Himalaya.

Le genre *Cerf* comprend plusieurs espèces en voie de diminution. L'*Élan* et le *Renne*, qui ne se trouvent actuellement que dans l'extrême Nord des deux continents, habitaient plus au sud autrefois. Le second surtout a été si commun en France qu'on a donné son nom à une des périodes de l'époque quaternaire, durant laquelle les rennes vivaient en nombreux troupeaux en partie domestiqués; ces animaux existaient encore en Gaule et en Germanie du temps de César et même plus tard. Une espèce quaternaire géante, le *grand Élan d'Irlande* ou *Megaceros hibernicus*, a disparu en Europe avant l'émigration du Renne, et plusieurs cerfs de cette époque n'existent plus. Le *Cervus canadensis* s'est transporté à l'époque quaternaire de l'Europe dans l'Amérique du nord, qui étaient alors reliées. Le *Cerf* et le *Chevreuil* sont en décroissance en Europe et surtout en France, mais ils demeurent néanmoins assez répandus dans quelques grandes forêts. Le *Daim*, devenu rare, s'est peu à peu retiré vers le nord.

La *Girafe*, après avoir émigré du sud de l'Europe en Afrique au temps quaternaire, a été l'objet de grandes chasses et a notablement diminué, même dans l'Afrique australe, où elle était particulièrement assez commune jadis.

Plusieurs *Antilopes* se sont retirées du midi de l'Europe en Afrique. L'antilope *Saïga*, qui habitait l'Europe occidentale durant l'époque quaternaire, a peu à peu reculé dans l'est et n'existe plus aujourd'hui que dans les steppes de la Caspienne.

Le *Chamois* et le *Bouquetin*, nombreux dans les plaines de l'Europe quaternaire, sont relégués en petit nombre, le second surtout, dans les Alpes et les Pyrénées, où ils sont condamnés à disparaître.

La *Chèvre* et le *Mouton*, domestiqués dès les temps préhistoriques, sont aujourd'hui extrêmement répandus sur toute la Terre, ayant été importés en Amérique.

Il en est de même des bœufs domestiques, devenus partout très nombreux; mais le genre *Bœuf* a perdu plusieurs espèces souches quaternaires, notamment le *grand Urus* ou *Bos primigenius*, jadis abondant en Europe et dont quelques individus sauvages furent signalés dans les Gaules par César et même plus tard. En outre, l'*Aurochs* ou Bison européen, très répandu dans toute l'Europe à l'époque quaternaire, est maintenant près de s'éteindre; on ne le trouve plus qu'au Caucase et en Lithuanie : dans les forêts de ce dernier pays, il ne subsiste encore que par la protection de lois spéciales. Le *Buffle*, qui est en diminution, quoiqu'on en ait domestiqué un certain nombre dans les Indes et en Afrique, a été récemment introduit dans le nord de l'Australie, où il s'est multiplié. Le *Zébu* de l'Inde et de l'Afrique a été bien répandu par l'homme, comme animal domestique, notamment à Madagascar.

Le *Bison* de l'Amérique du Nord présente le plus remarquable exemple de destruction d'une espèce animale sous les coups de l'homme! Il y a vingt ans, plus de cinq millions de ces animaux existaient encore; à présent, leur nombre s'élève à peine à un millier, la plupart à l'état domestique...

Enfin, le *Bœuf musqué*, qui vécut en assez grand nombre en France, en Europe et jusqu'en Sibérie à l'âge quaternaire, ne se trouve plus aujourd'hui que dans les contrées glacées du nord du Canada.

Les Marsupiaux, auxquels nous arrivons maintenant, sont, comme les Édentés, mal armés pour soutenir la lutte pour l'existence, et leur maximum a été atteint dans les temps géologiques. Les *Sarigues* sont devenus très rares dans l'Amérique du nord. Les *Kangouroos* australiens se trouvent également en diminution fort notable, mais ces animaux seront peut-être sauvés par leur domestication, qui donne de bons résultats. Il faut mentionner de plus la disparition prochaine du *Thylacine* de la Tasmanie. Quant aux *Monotrèmes* australiens, ils sont aussi en décroissance.

Nous arrivons, en dernier lieu, aux Cétacés, qui terminent notre revue des mammifères. Parmi les Siréniens, le *Lamantin* des côtes orientales de l'Amérique tropicale, extrêmement réduit par la poursuite de l'homme, se retire de plus en plus dans les endroits déserts et sur les fleuves peu visités. Le *Dugong* des Indes, qui, au commencement du XVIII^e^ siècle, étendait encore son aire géographique jusqu'aux îles de l'Afrique orientale, ne s'y trouve plus depuis lors. Enfin, le *Stellère* ou *Rhytine*, très

répandu sur le littoral du Kamschatka et dans la mer de Behring jusque vers le milieu du XVIII^e^ siècle, a été complètement exterminé avant la fin de ce siècle.

La plupart des grands cétacés, s'écartant des routes maritimes les plus fréquentées par les navires et fuyant les pêcheurs, se sont retirés vers les pôles.

Le *Narval*, dont la défense est très recherchée pour la qualité de son ivoire, devient de plus en plus rare dans l'océan Glacial du nord.

Les *Baleines*, jadis très nombreuses, pourchassées sans merci, ont à peu près disparu de la plupart des mers où elles vivaient autrefois, émigrant vers les pôles, où elles ont été suivies et également capturées par les baleiniers; le nord du Pacifique et quelques parages de l'océan Glacial antarctique sont les régions où on en trouve encore quelques-unes. L'industrie de la pêche à la baleine a par suite considérablement diminué; elle est actuellement sur le point de disparaître. De la *Baleine des Basques*, autrefois commune dans le golfe de Gascogne, il semble ne plus exister que de très rares individus. Le *Rachianecte*, ou baleine grise de la côte de Californie et du Pacifique nord, a été l'objet d'une telle poursuite que ce cétacé a presque disparu. Les *Baleinoptères*, quoique moins exterminées que les vraies baleines, ont sensiblement diminué.

Le *Cachalot*, poursuivi sur tous les océans depuis la décroissance des baleines, est également devenu rare, même dans le Pacifique équatorial, où jadis il abondait. Signalons, en outre, que plusieurs espèces de grands cétacés, qui ont habité notamment la mer du Nord à l'âge quaternaire, ont disparu depuis cette lointaine époque.

***

Nous allons signaler à présent, plus succinctement que ci-dessus, les espèces d'oiseaux qui entrent dans le cadre de notre étude. Il est à remarquer, tout d'abord, que les oiseaux de proie sont en sensible diminution en France et en Europe, où ils ont été chassés vers les forêts et les montagnes.

De nombreux gallinacés, tels que le *Coq*, le *Paon* et le *Faisan*, originaires d'Orient, le *Dindon* d'Amérique, la *Pintade* d'Afrique et divers pigeons, parmi lesquels le *Pigeon-voyageur*, ont été partout répandus par l'élevage et maintes variétés en sont résultées.

L'*Autruche* africaine, type des échassiers brévipennes, qui s'avança jusque dans l'Europe méridionale à l'âge quaternaire et qui des steppes de l'Asie s'est retirée en Arabie, était condamnée à disparaître si l'élevage ne l'avait sauvée de la destruction en l'acclimatant en grand nombre dans plusieurs contrées, notamment en Algérie et dans la République

Argentine. Le *Nandou* d'Amérique et le *Casoar* d'Océanie sont aussi voués à l'extinction s'ils ne sont pas domestiqués.

L'*Aptéryx* de la Nouvelle-Zélande, qui était abondant il n'y a encore pas longtemps, est sur le point de disparaître.

Cette espèce a été précédée par des oiseaux géants, classés dans les genres *Palaptéryx* et *Dinornis*, qui ont été anéantis à la Nouvelle-Zélande par les Maoris. Les derniers *Dinornis* ou *Moas*, appartenant aux petites espèces, semblent n'avoir disparu qu'au commencement de notre siècle. En outre, les *Notornis* de la Nouvelle-Zélande sont bien près d'être totalement exterminés.

D'autres grands oiseaux, existant comme ces derniers depuis l'époque quaternaire dans les îles australes, ont disparu pendant l'ère actuelle. L'*Epiornis* de Madagascar, signalé par Marco-Polo, est une de ces espèces éteintes depuis plusieurs siècles.

Le *Dronte*, qui se trouvait en grand nombre dans l'archipel des Mascareignes, vit commencer sa destruction il y a quatre siècles, dès la découverte de ces îles par les Portugais; il n'existe plus depuis près de deux siècles.

Citons de plus le *Pezophaps* ou *Solitaire* de l'île Rodrigue, ainsi que d'autres espèces des Mascareignes : le *Leguatia* ou Géant, l'*Aphanaptéryx* et l'*Erythomaque*, disparus depuis moins de deux siècles.

Les perroquets *Nestor* de la Nouvelle-Zélande et quelques autres espèces des îles du Pacifique et de l'océan Indien sont en telle diminution que leur extinction devient imminente. Un passereau, le *Fregilupus*, y a disparu durant le siècle actuel.

Un palmipède brachyptère, le *Grand Pingouin*, qui habitait le nord et l'ouest de l'Europe dans les temps préhistoriques, qui s'était retiré ensuite en Norwège et aux Féroë, et qui en dernier lieu se trouvait encore nombreux, il y a cinquante ans, dans les îles désertes de la côte nord-est de l'Amérique septentrionale, a été totalement détruit depuis lors. Un autre oiseau de mer, le grand *Skuen* ou *Stercorarius catarractes* des mers d'Irlande, que l'on rencontrait jadis fréquemment aux îles Shetland et Féroë, aurait disparu sans la protection que des habitants de ces îles ont accordée à quelques couples.

Plusieurs palmipèdes domestiques : les *Canards*, surtout innombrables en Chine, l'*Oie*, le *Cygne* sont aujourd'hui répandus sur toute la Terre.

On a signalé à diverses reprises, dans ces derniers temps, la sérieuse destruction de nombreuses espèces de passereaux, notamment celle des *Pinsons*, des *Merles*, des *Fauvettes*, des *Bruants* dans le nord de la France, et dans le midi celle des *Hirondelles* et de tous les oiseaux migrateurs, qui ont beaucoup diminué et qui continuent à décroître. Une conséquence grave de ces faits a été le notable accroissement des insectes. D'autre

part, le *Moineau* exerce aux États-Unis d'Amérique, où il a été introduit en 1850, de grands ravages, si bien que le gouvernement a dû prendre d'énergiques mesures pour enrayer sa multiplication. En Algérie et en Australie, les moineaux font également des ravages importants.

Au sujet des reptiles, nous devons signaler la pêche trop intensive des *Tortues* de mer, notamment dans l'océan Indien, où on les a chassées de plusieurs îles, et dans le golfe du Mexique. Durant ces dernières années, on a presque exterminé l'*Alligator* dans le bassin du Mississipi et sur la côte sud des États-Unis.

Enfin, dans les classes inférieures du règne animal, les cas d'extension sont beaucoup plus fréquents que ceux de diminution, par suite de la grande fécondité et du nombre considérable des individus.

*
* *

La rapide énumération que nous venons de faire démontre l'importance du phénomène actuel de la disparition ou de l'extension de nombreux animaux, fait qui mériterait une vaste enquête internationale. Seulement dans les derniers siècles écoulés, nous voyons que plus de dix espèces importantes se sont éteintes; avant peu, un nombre égal n'existera plus. D'ailleurs, notre enquête remontant au début de l'âge quaternaire, il n'y a pas de démarcation possible entre les animaux fossiles et actuels. De plus, nous n'avons pu signaler ici que les principales espèces des classes supérieures du règne animal; mais il n'est pas douteux qu'un certain nombre d'autres ont également disparu, notamment parmi les espèces petites et rares sur lesquelles on manque de renseignements.

L'action de plus en plus grande de l'homme est assurément prépondérante dans les faits que nous avons mentionnés : il a chassé les animaux sauvages et malfaisants pour se défendre de leurs attaques; il en a poursuivi d'autres pour réaliser des bénéfices commerciaux; enfin, il a propagé, au contraire, les espèces utiles qu'il a pu domestiquer, créant même parmi elles des races nouvelles.

Toutefois, si le nombre des espèces diminue dans le règne animal, il est certain que celui des individus ne suit pas la même règle, car, tandis que les uns disparaissent, les autres se multiplient; nous n'en donnerons pour exemple que le milliard de bestiaux qui existe actuellement sur notre globe. En outre, la destruction des animaux féroces a pour effet de permettre l'expansion des petites espèces qu'ils poursuivent.

C'est ainsi que l'Europe et toute la zone tempérée de l'hémisphère nord, devenus le siège principal de la civilisation humaine, sont aujourd'hui débarrassés de la plupart des grands animaux sauvages; d'ailleurs, les froids de la période glaciaire obligèrent beaucoup d'entre eux à émigrer vers l'équateur ou vers les pôles.

Partout, l'homme s'installe en maître, détruisant les bêtes féroces ou faibles, que souvent il massacre avec quelque cruauté et sans tenir compte de ses véritables intérêts. Ainsi disparaissent peu à peu nombre d'espèces caractéristiques, et le grand fait zoologique dont il s'agit nous paraît devoir s'étendre encore progressivement : l'Homme régnera sans doute un jour sur la Terre avec ses seuls animaux domestiques, après avoir supprimé les espèces qui lui seront inutiles. Ayant alors conquis et subjugué tout le monde animé, il marchera plus librement que jamais vers les hautes destinées que l'avenir lui réserve.

M. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse, à Avignon.

OBSERVATIONS ENTOMOLOGIQUES ET AUTRES FAITES AU SOMMET DU MONT VENTOUX

— Séance du 21 septembre 1891 —

Les observations que nous poursuivons au sommet du mont Ventoux, observations que nous serions désireux de pouvoir reproduire sur d'autres pics élevés, tendent toutes à démontrer l'influence considérable que la température, le milieu ambiant, apporte dans l'éclosion de certaines espèces d'insectes (Hyménoptères), pour ne pas dire toutes, dont le développement normal se trouve retardé, arrêté peut-être, suivant l'altitude où ces recherches ont lieu.

En donnant plus d'extension à cette loi manifeste, on peut dire qu'en principe cette influence s'imposerait à d'autres groupes; qu'elle agirait non seulement sur une série de ces êtres, mais sur tous ceux qui la subiraient en concourant à faire varier leurs distributions géographiques et pouvant amener, par la suite, des modifications organiques.

Nous ne pouvons étendre ces expériences que sur quelques genres qui se prêtent à ces observations, ayant la facilité de les transporter commodément sur les points choisis pour ces épreuves, car toutes ne s'accommodent pas de ces déplacements; mais il est évident que les résultats que nous obtenons s'appliqueraient aussi bien à ceux-ci qu'à d'autres que nous pourrions plus tard expérimenter.

Pendant l'hiver 1890-91, un des plus rudes pour nos régions, j'avais fait parvenir au sommet du mont Ventoux, à son observatoire, les tubes

en roseaux conteñant les nids complets d'*Osmia cornuta*, *Odynera nidulator*, etc., où, après avoir subi les rigueurs de ces froids sans précédents de — 24°, ils furent dispersés, fin février (28 et 29), aux stations suivantes :

1° Trente-trois tubes à Saint-Estève, B. K., n° 6, altitude 600 mètres;

2° Vingt-cinq tubes à la Maison Forestière, B. K., n° 9, altitude 860 mètres;

3° Trente-cinq tubes à la Bergerie Meleti, B. K., n° 12; altitude 1.253 mètres;

4° Trente-six tubes au Près des Dames, B. K., n° 13, altitude 1.400 mètres;

5° Quarante-neuf tubes à la station de la Grave, B. K., n° 17, altitude 1.700 mètres;

6° Vingt-deux tubes à l'Observatoire, B. K., n° 21ᵏ 1/2, altitude 1.912 mètres.

Le nombre exact des tubes que nous donnons pour chacune de ces stations donne un total de deux cents bouts de roseaux ou tubes de cette expérience; ce qui, à dix cellules en moyenne contenues dans chacun d'eux, représente à peu près deux mille insectes sur lesquels porte notre observation.

Il ressort un fait principal, c'est que les éclosions se sont produites avec d'autant plus de retard que la station était à une altitude plus élevée, comme on le verra plus loin. Ces observations donnent les résultats suivants :

Au sommet du mont Ventoux, comme il était facile de le prévoir, ces Hyménoptères se dirigent à leur sortie dans toutes les directions, mais plongent vers la plaine et ne réapparaissent plus à cette altitude 1.912; de ce fait, elles abandonnent une hauteur où aucune ressource ne leur est assurée.

A la Grave, où une maisonnette est maintenant construite, une source alimente ce poste; mais là encore elles quittent ces parages, oublient le lieu de leur naissance, souvenir qu'elles conservent habituellement, et prennent diverses directions; l'altitude est de 1.700 mètres, un terrain aride encore n'offre que quelques pousses végétales sans fleurs à butiner.

Le Près des Dames voit nos osmies revenir en partie; elles butinent, réoccupent les roseaux abandonnés, construisent leurs nids, bien que la saison soit avancée pour elles (en mai), époque où, dans la plaine, la floraison des arbres fruitiers est tout à fait passée à cette date.

Nous sommes à l'altitude 1.400 mètres; leur éclosion s'est produite le 12 mai : il y a donc pour elles quatre-vingt-trois jours de retard en moyenne, ayant constaté maintes fois que leur apparition a toujours lieu, dans la plaine, le 18 février.

Pour la Bergerie Meleti, quoique l'altitude (1.253 mètres) soit bien près

de la précédente, toutes nos osmies sont revenues; affairées, elles remplissent les tubes qu'elles viennent de quitter, ce qu'elles ont coutume de faire lorsqu'elles n'ont pas le choix; elles nettoient donc ces vieilles cellules d'une année pour y installer la jeune génération. Il règne donc de ce fait une certaine animation autour de cette station.

Le poste de la Maison Forestière possède de nombreux semis d'essences diverses destinées au reboisement du Ventoux; ce point rentre dans les conditions favorables et ordinaires, quoique nous soyons à près de 900 mètres d'altitude, et bien que l'apparition de nos osmies n'ait eu lieu que le 1er avril; elles trouvent cependant, en dehors des fleurs habituelles, d'autres éléments de nourriture et d'approvisionnement indispensables à leur évolution.

Tous les tubes placés sur ce point ont réussi; une colonie est fondée à cette hauteur assurément.

Enfin, à Saint-Estève, nos Hyménoptères sont encore mieux partagés; nous ne sommes qu'à 600 mètres d'altitude; tout rentre malgré cette hauteur inusitée et les sorties qui se sont opérées le 15 mars dans l'état normal où ces insectes progressent.

Beaucoup de mouvement parmi les tubes, qui, vidés par les éclosions, sont aussitôt repris et réutilisés au gré des ♀.

Si nous cherchons à faire concorder tout ce qui précède avec ce que nous obtenons chaque année à Avignon, il se dégage ce fait déjà énoncé que le retard apporté dans l'éclosion normale est en raison constante de l'altitude.

C'est toujours, nous le répétons, vers le 18 février que les premières osmies apparaissent dans la plaine *(Osmia cornuta)*; ce sont les ♂ qui, on le sait, s'aventurent et débutent en principe.

Dans une ponte, qui peut varier de dix-huit à vingt œufs, un ♂ termine les roseaux occupés; puis un ou deux ♂ sont dispersés, disséminés sans ordre sur toutes les hauteurs des étages des cellules, tandis qu'en commençant un ♀ s'y trouve invariablement.

Aux deux extrémités les sexes différents: ♀ en bas, ♂ en haut, sans qu'il y ait une exception.

Nous avons fait remarquer aussi, que pour l'*Osmia cornuta*, l'accouplement est immédiat et ne se renouvelle plus; la fécondation est de ce fait assurée avant toute chose, il ne peut plus y avoir oubli ou négligence dans cet acte; il faut donc absolument qu'un ♂ termine chacune des pontes et se trouve libéré avant les ♀ qu'il surveille.

En considérant cette date du 18 février, vérifiée si souvent comme point de départ, nous la trouvons retardée à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer.

Stations	Altitude	Date de l'éclosion	Retard de l'éclosion
Avignon	20 mètres	18 février	»
Saint-Estève	600 —	15 mars	25 jours
Maison Forestière	860 —	1er avril	41 —
Bergerie Meleti	1.253 —	28 avril	69 —
Près des Dames	1.400 —	12 mai	83 —
La Grave	1.700 —	27 mai	98 —
Sommet du Ventoux	1.912 —	15 juin	117 —

Évidemment toutes ces dates peuvent varier de quelques jours, suivant les années, les personnes à qui est confié le soin de ces observations, ne pouvant visiter journellement et régulièrement ces diverses stations ; dans tous les cas, suivant l'intensité de l'hiver, un écart ne saurait influer sur l'ensemble qui démontre suffisamment l'action exercée par une basse température sur les quelques espèces qui servent à nos expériences.

On pensait que, quelles que fussent les conditions d'installation, de séjour, et moi-même je l'avais supposé un instant, les éclosions des insectes devaient fatalement se produire; il n'en est rien et tout est subordonné au milieu dans lequel elles doivent s'effectuer, se produire.

Cette modification entraîne chez ces Hyménoptères la faculté de butiner sur des plantes diverses; changement que vous n'amèneriez pas qu'accidentellement. Quand je dis *butiner*, j'entends par là dire que les Hyménoptères peuvent être indifférents sur le choix des fleurs lorsqu'il s'agit de leur propre nourriture à eux, mais il n'en est pas de même lorsqu'il leur faut approvisionner la nourriture de leurs larves, où tout changement serait nuisible; on sait combien il est difficile dans ces expériences de la modifier et le refus qu'opposent ces larves au moindre changement.

Les fleurs d'amandiers, d'abricotiers, pruniers, pommiers, cerisiers, pêchers sont les seules que visitent mes osmies en rase campagne; le retard que nous constatons les fait arriver après la floraison de ces arbres fruitiers tous de la famille des rosacées, il leur faut donc glaner sur d'autres fleurs pour y trouver un *pollen propice aux larves* qui demandent un *miel pulvérulent et n'en supportent pas d'autres*. C'est d'ailleurs ce qui m'avait été démontré par mes expériences d'Oran où ces osmies, transportées brutalement sous ce climat algérien, s'étaient adressées aux orangers, néfliers, etc. (1).

Toutes ces considérations ont leur importance au point de vue de la répartition des espèces à la surface des continents, si nous embrassons surtout les époques géologiques, puisque nous voyons que, suivant les exigences du moment, un milieu différent, particulier, entraîne rapidement des changements d'habitudes dans les mœurs de ces insectes.

D'une manière générale, la faune entomologique est influencée dans

(1) M. Vachal, entomologiste, s'occupant beaucoup d'Hyménoptères, m'a fait savoir que Paris, où je pensais que l'*Osmia cornuta* n'habitait pas, était cependant de cette région. Ce renseignement m'a été très utile à connaître.

son apparition au sommet du mont Ventoux; bon nombre de coléoptères se trouvent atteints par ces conditions climatériques et toutes les espèces que nous signalons à une époque déterminée dans la plaine, ayant des représentants au Ventoux, éprouvent les mêmes effets.

Le Dr Chobaut qui, pendant deux années consécutives (1890-1891), a fait l'ascension du mont Ventoux pour en étudier la faune entomologique, qu'il compte publier bientôt, a reconnu le retard considérable apporté chez eux.

C'est sur ce sommet qu'il a découvert le *Rhipidius Abeillei* Chobaut(1), coléoptère des plus rares dont on connaissait seulement quatre espèces :

Rhipidius pectinicornis Thunberg;
— *Blattarum* Sundevall;
— *Quadriceps* Abeille-de-Perrin;
— *Lusitanicus* Gerstecker.

Ces derniers n'ayant que dix articles aux antennes, les autres en comptant onze.

Parasite des Blattes, le *R. pectinicornis* est si peu répandu qu'il ne compte que quatre ou cinq exemplaires en tout; moins encore, les *R. quadriceps*, *Lusitanicus* et *Abeillei* sont uniques et l'on ignore s'ils vivent dans des conditions analogues au premier, ce qui est probable.

Comme faune malacologique, quoique bien faiblement ébauchée, n'ayant jamais été l'objet d'une attention spéciale suivie de recherches au sommet du mont Ventoux, elle offre néanmoins — ce faible aperçu suffira — un très grand intérêt, étant donné son isolement, sur les divers habitats de quelques mollusques dont les constrastes sont des plus singuliers.

Ils viennent confirmer les modifications qu'entraîne dans leur existence une pareille altitude, où pendant une grande partie de l'année, les froids, la neige, les vents violents, les tempêtes, rendent tout déplacement impossible; ces coquilles n'ayant que quelques mois pour que les manifestations de la vie puissent s'effectuer et s'accuser chez eux dans toute leur acception.

Helix ilicetorum Mabille. Signalée à *Grasse*, est aussi sous les pierres au sommet même du *mont Ventoux* avec les suivantes, sans exception, et cependant quel rapport possible entre ces deux stations si différentes!!

Hélix lavandulæ Bougt, n'est qu'une variété de l'*Helix Telonensis* Mittre. Est en Piémont, mais l'*Helix Telonensis* est tout à fait méridionale.

Hyalinia diaphana Studer. Espèce d'Algérie, donc des plus méridionales.

La variété *H. Lessonæ* Pini se retrouve en Piémont.

Vitrina annularis Studer, est une de celles dont l'habitat est des plus

(1) Ne voulant rien enlever au mérite de cette découverte, nous ne donnons aucun des caractères qui la distinguent, notre excellent ami, M. Chobaut, devant en publier la description bientôt.

étendus, se retrouve dans les Pyrénées, les Alpes, Karpathes, Caucase, Grèce, Sicile, Belgique, etc. Une variété, *Vitrina Persica*, est de Perse.

On voit, par ce court exposé, quelle amplitude prend cette faune, toute du sommet, que je me propose de compléter et d'en suivre l'étendue.

Les autres *Helix* sont à de moindres altitudes, dans les gorges ; mais des *Pupa*, *clausilies*, sans grand intérêt peut-être, se trouvaient aussi sous les pierres.

M. G. SAINT-REMY

Préparateur à la Faculté des Sciences de Nancy.

LISTE DES TRÉMATODES MONOGÉNÈSES RECUEILLIS A ROSCOFF

— Séance du 21 septembre 1891 —

Nous avons pu faire, dans le courant de l'été dernier, un assez long séjour au laboratoire de Roscoff, M. de Lacaze-Duthiers nous ayant autorisé à profiter des ressources de cet établissement pour rechercher des Trématodes monogénèses afin d'étudier l'anatomie de certains de ces parasites encore peu connus. Nous croyons utile de publier la liste des espèces que nous avons recueillies, en y ajoutant quelques renseignements sur leur fréquence, réservant d'ailleurs nos observations anatomiques pour un travail en cours de publication (1). Cette liste ne comprend exclusivement que des Trématodes monogénèses, les seuls que nous ayons recherchés avec soin et d'une façon suivie ; nous avons naturellement rencontré bien d'autres parasites sur les poissons nombreux que nous avons observés ; mais obligé de conserver et d'étudier anatomiquement les animaux qui nous intéressaient, nous n'avons pas eu le temps d'établir la statistique des autres : aussi nous préférons n'en rien dire pour le moment.

Tristomum molæ Blanch.

Six beaux exemplaires de ce parasite ont été recueillis sur le seul *Orthagoriscus mola* (Môle ou Lune) qui ait été pêché. Les caractères de cette espèce sont bien connus ; les deux plus intéressants sont l'absence de crochets sur la ventouse postérieure et la disposition des barres transversales qui relient vers le centre les rayons de cette ventouse ; la barre postérieure est reportée en arrière et l'heptagone central se trouve incomplet. Cette disposition si particulière avait

(1) Nous devons exprimer ici notre reconnaissance à l'Association française qui nous a accordé une subvention pour nos recherches.

échappé aux anciens observateurs ; elle fut notée par van Beneden et Hesse (1) et Monticelli (2) insista sur sa valeur diagnostique; depuis, cet auteur a décrit une nouvelle espèce de Tristome, *Tr. interruptum*, qui présente cette même particularité, mais se différencie de *Tr. molæ* par d'autres caractères et la présence de crochets sur la ventouse.

Phyllonella soleæ v. Ben.-Hesse.

Nous avons trouvé quelques exemplaires de ce parasite sur la plupart des Soles *(Solea vulgaris)* que nous avons examinées : il occupe toujours la face inférieure blanche du poisson où il est fortement fixé par sa large ventouse postérieure; sa coloration le dissimule suffisamment. — Van Beneden et Hesse, en décrivant cette espèce en firent le type d'un genre particulier, *Phyllonella*, caractérisé par l'absence de ventouses antérieures et qui fut généralement accepté sauf par Taschenberg. Dans ses recherches sur la faune helminthologique de Wimereux, Monticelli supprima ce genre et rattacha l'espèce au genre *Epibdella*, en donnant pour raison que les auteurs avaient dû prendre à tort les ventouses pour des ailettes membraneuses. Or, les coupes montrent bien l'absence de véritables ventouses, mais dans un travail plus récent (3), Monticelli étudie ces formations et les considère comme des ventouses rudimentaires ou « pseudo-ventouses ». Le parasite en question se distingue encore des Epibdelles par la présence de deux paires de crochets sur sa ventouse postérieure au lieu de trois paires. Au reste, il faut reconnaître que toutes ces différences entre *Phyllonella* et *Epibdella* sont superficielles et que ces formes présentent des relations étroites au point de vue de leur structure interne : leur réunion est justifiée par leur anatomie.

Pseudocotyle squatinæ v. Ben.-Hesse.

Un seul *Squatina angelus* a été apporté au laboratoire pendant notre séjour : il hébergeait plus de soixante *Ps. squatinæ* de différentes tailles, solidement fixés à sa face ventrale. Parmi ces exemplaires quelques-uns atteignaient $7^{mm},5$ de longueur sur $4^{mm},5$ de largeur, dimensions plus considérables que celles indiquées par van Beneden. Nous n'avons rien à ajouter à la biologie de ce parasite, qui est, on le sait, le type d'une sous-famille caractérisée par l'existence d'une ventouse unique.

Microbothrium apiculatum Olsson.

Ce Trématode, parasite externe d'*Acanthias vulgaris*, a été découvert dans la mer du Nord par Olsson qui le considéra comme assez rare : il n'avait pas été revu depuis. Nous l'avons trouvé assez fréquemment à Roscoff, sur le tiers environ des poissons que nous avons examinés dans ce but en assez grand nombre (une soixantaine). On le rencontre à peu près exclusivement à la face supérieure de la tête, et l'hôte présente toujours plusieurs de ces parasites. — Olsson a créé pour cette forme le genre *Microbothrium*, sans parler de ses relations évidentes avec le genre *Pseudocotyle*; Taschenberg et Monticelli les ont identifiés et, pour eux, le parasite d'*Acanthias* est une espèce du genre *Ps. (Ps. apiculatum)*. L'étude anatomique que nous avons pu faire nous a montré des différences très importantes entre ces deux types, différences qui nous ont paru suffisantes pour maintenir le genre *Microbothrium*, tandis que Monticelli, tenant compte surtout des

(1) *Recherches sur les Bdellodes et les Trématodes.* (Mém. Acad. Belg.) Bruxelles, 1863.
(2) *Elenco degli Elminti studiati a Wimereux.* Bull. Sc. de la France et de la Belgique, XXII, 1890.
(3) *Di alcuni organi di tatto nei Tristomidi,* I. Bull. Soc. Natur. Napoli, V, 2, 1891.

caractères extérieurs, continue à lui refuser toute individualité. Toute la discussion ne repose, du reste, que sur la manière d'apprécier les caractères génériques; car il est certain qu'il existe dans le groupe bien des genres voisins qui mériteraient plus que ceux-ci d'être fusionnés.

Udonella Johnst.

Les Udonelles sont plus difficiles à se procurer que la plupart des autres parasites externes, non seulement à cause de leur délicatesse, mais aussi en raison de leur situation sur les Caliges qui le plus souvent se détachent du corps du poisson dans le cours des manipulations consécutives à la pêche. Il faut que les pêcheurs se chargent de recueillir les Crustacés dans un flacon rempli d'eau et encore bien souvent les tubes ovifères sur lesquels ces Trématodes sont fixés se trouvent cassés et perdus. Vogt a étudié à Roscoff *U. lupi* v. Ben.-Hesse, des Caliges du Bar *(Labrax lupus)*. Nous avons rencontré en abondance *U. pollachii*, des Caliges du Lieu *(Gadus [Merlangus] pollachius)*. Cette Udonelle est facilement reconnaissable à la coloration noire, très foncée, de son tube digestif. Il est à peine besoin de dire qu'elle possède deux ventouses antérieures bien que van Beneden et Hesse ne les aient pas vues.

Enfin nous avons trouvé sur les Caliges de la Sole *(Solea vulgaris)* quelques exemplaires d'une petite Udonelle qui ne correspond à aucune espèce décrite et paraît être nouvelle : nous n'avons pu l'étudier faute de matériaux suffisants. Monticelli a fait une observation analogue sur les Caliges d'une Plie *(Platessa flesus)*.

Octobothrium pollachii V. Ben.-Hesse.

Nous avons trouvé ce Trématode en très grande abondance sur les branchies du Lieu *(Gadus [Merlangus] pollachius)*. Presque tous les poissons de cette espèce en étaient infestés. Cette forme est bien caractérisée, en particulier par ses douze crochets génitaux à deux griffes, formant une couronne complète. Van Beneden et Hesse, qui l'ont découverte, en ont donné une bonne description, mais une figure singulière (*loc. cit*, pl. XI, fig. 23); plus tard Ed. van Beneden l'a étudiée et très bien représentée (1). — Van Beneden et Hesse en avaient fait le type d'un genre nouveau, *Dactycotyle* ou mieux *Dactylocotyle*, comme le veut l'étymologie et comme le porte même l'explication des planches (p. 136) : ce groupe n'est plus considéré actuellement que comme une subdivision du genre *Octobothrium*.

Octobothrium chrysophrii v. Ben.-Hesse.

Nous avons trouvé une seule fois trois exemplaires de cette espèce sur un grand nombre de Dorades *(Chrysophrys aurata)* que nous avons examinées au marché de Roscoff. Ces parasites étaient déjà morts, ce qui indiquerait pour cette espèce une moins grande résistance que pour les autres. Ils correspondaient parfaitement à la description et à la figure de van Beneden et Hesse. Ces auteurs en ont fait le type d'un genre particulier *(Choricotyle.)*, qui n'est plus considéré que comme un sous-genre.

Onchocotyle appendiculata Kuhn.

Nous avons recueilli ce parasite en abondance dans les branchies de *Galeus canis* (une fois sur quatre *Galeus* examinés) et de *Mustelus vulgaris* (deux fois

(1) Bull. Acad. Belgique, (2) t. XXV, 1868.

sur trois poissons); nous l'avons rencontré aussi, mais accidentellement, chez *Acanthias vulgaris* où il n'était pas signalé : trois fois à l'état isolé et une autre fois deux individus ensemble sur une quarantaine d'Acanthias dont nous avons examiné les branchies. Nous ne l'avons jamais trouvé chez *Scyllium catulus*, ni chez *Sc. canicula* dont cependant nous avons examiné beaucoup d'exemplaires et où il a été observé.

Onchocotyle Prenanti Saint-Remy.

Nous avons rencontré cette espèce nouvelle trois fois sur cinq exemplaires d'une Raie, *Raja oxyrhynchus*, où il s'en trouvait un grand nombre d'individus. Elle est caractérisée principalement par son plateau fixateur arrondi, portant les six ventouses disposées en cercle, entre lesquelles se ramifie l'intestin, et par son appendice caudal pourvu de crochets. Nous l'avons décrite en faisant valoir ses caractères spécifiques dans une note parue dans la *Revue biologique du Nord* (tome III).

Axine belones Abildg.

Nous avons trouvé une fois, sur trois *Belone vulgaris* examinées, un certain nombre de ces parasites intéressants. Ils étaient remarquablement petits, bien que présentant tous les caractères de l'état adulte et la maturité sexuelle.

Diplectanum æquans Dies.

Quelques exemplaires de cette espèce déjà signalée à Roscoff par Vogt ont été recueillis sur des Bars (*Labrax lupus*) par notre ami le Dr E. Hecht, dans le courant de septembre. Nous n'avons pu examiner que quelques-uns de ces poissons qui ne présentaient pas ce parasite.

M. le Dr AMANS

à Montpellier.

PERFECTIONNEMENT DES HÉLICES AÉRIENNES (1)

— Séance du 21 septembre 1891 —

Étant donnés un ballon et sa force motrice, quelle est l'hélice capable de lui donner un maximum de vitesse? Tel est le problème que se sont posé les promoteurs de la navigation aérienne. Le problème que j'ai choisi est tout différent : « Un axe tourne, mu par une force constante, déterminée; quelle est l'hélice qui, montée sur cet axe, donne le maxi-

(1) J'ai été aidé dans ce travail par une subvention de l'Association française et par la générosité de M. Imbert, professeur à la Faculté de Médecine à Montpellier. Dans ce mémoire n'ont pu prendre place la topographie comparée de l'aile, ainsi que la mesure d'élasticité de ses diverses parties.

mum de force propulsive? » Mon appareil étant fixe, je ne puis mesurer que des efforts de tirage; ma meilleure hélice aura plutôt des qualités de remorqueur, et sera impropre à une propulsion rapide. Mais on estimera qu'en l'état actuel de la navigation aérienne, une hélice de remorqueur est plus utile qu'une hélice taillée pour la course.

La figure 1 donne les détails de l'appareil. C'est l'appareil de Foucault, formé d'une série d'engrenages, montés sur quatre axes. J'ai modifié le premier et le quatrième axe (le porte-tore).

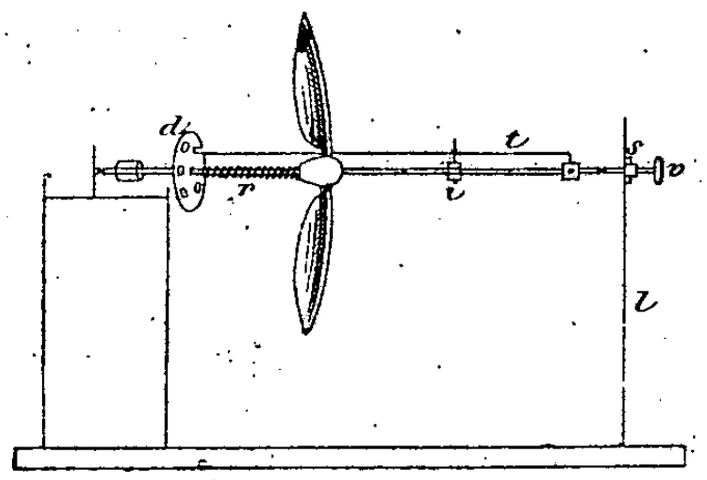


Fig. 1.

Sur le premier axe, j'ai monté une poulie à gorge carrée de 878 millimètres de circonférence. La force motrice est donnée par un poids, et transmise par une corde qui vient s'enrouler sur la gorge, en passant par une poulie de renvoi. Le quatrième axe est presque entier en dehors de l'appareil; il s'y appuie seulement par une de ses extrémités, munie d'une roue dentée; l'autre extrémité s'appuie sur le support L. En avant de la roue est un disque fenêtré *d*, creusé d'une gorge sur sa périphérie. La tige *t*, plus simplement le buteur, s'enfonce dans un trou du disque, et bute contre les bords du trou au moyen d'un épaulement; l'autre extrémité est soudée à un cuivrot, pouvant se fixer sur l'axe au moyen d'une vis.

Les palettes sont montées sur des mandrins en buis ou en chêne de diverses formes. Dans le cas le plus simple, il y a une articulation unique, c'est-à-dire un seul trou destiné à recevoir le manche de la palette; les bords du trou portent une graduation circulaire, pour savoir l'inclinaison de la palette sur l'axe. J'ai construit aussi d'autres mandrins, plus compliqués, où le manche peut prendre toutes les positions dans l'espace; le manche tient par frottement, sans l'intermédiaire d'aucune vis. Le mandrin porte, en outre, perpendiculairement à son axe, une petite roulette à gorge carrée, qui peut coulisser sur la tige *t*.

En arrière du mandrin est un ressort à boudin *r* fixé au disque et au mandrin. Les allongements de ce ressort mesurent la force propulsive; la tige *t* est divisée en millimètres, dont les rapports avec les grammes du ressort sont préalablement établis. Les divisions se lisent au moyen d'un curseur en moelle de sureau *i*, muni d'un index très léger.

Le support L peut coulisser sur le socle; son extrémité supérieure porte une pièce mobile S, pouvant coulisser de haut en bas, et se visser sur le support. Cette pièce est percée d'un trou fileté, destiné à recevoir la

vis V ; la vis est assujettie au moyen d'un contre-écrou. Toutes ces dispositions ont pour but d'obtenir une bonne position du quatrième axe, d'avoir toujours un frottement identique à ses extrémités ; enfin, au besoin, d'employer un autre axe plus long et plus court.

Le jeu de l'appareil est dès lors facile à comprendre. Sitôt que l'axe commence à tourner, la tige *t* ou buteur entraîne le mandrin dans sa rotation, pendant que les palettes le poussent d'arrière en avant. Cette marche en avant n'est gênée que par le frottement du mandrin sur l'axe, par celui du buteur sur le mandrin, et par la tension du ressort. Le frottement du mandrin sur l'axe a lieu par l'intermédiaire de deux disques métalliques minces, dont les ouvertures ont les bords taillés en biseau ; le frottement du buteur sur le mandrin est fort amoindri par la roulette citée plus haut. La tension du ressort varie naturellement avec la force motrice et la nature de l'hélice ; au bout de quelques secondes, la tension acquiert un maximum qu'elle garde jusqu'à ce que le poids touche terre. A ce moment, le mandrin rétrograde brusquement ; mais le curseur en moelle de sureau garde sa position, et l'on n'a plus qu'à lire la division qui est en face l'index, pour connaître la tension du ressort. Un métronome marque la durée de chute ; je connais en outre la hauteur de chute, ce qui me permet de connaître le nombre de révolutions du quatrième axe, sachant que celui-ci fait cent vingt tours pendant que le premier en fait un. J'ai donc tous les éléments pour apprécier la force propulsive en fonction, soit du poids tenseur, soit du nombre de révolutions de l'hélice.

La force propulsive réelle est plus grande que celle du ressort, puisqu'elle est antagoniste non seulement du ressort, mais encore des frottements de glissement du mandrin sur l'axe, et des frottements de roulement du buteur sur le mandrin. Mais ces frottements sont très faibles par rapport à la tension du ressort ; ils ne varient pas, du reste, dans chaque série d'expériences où la force motrice est constante, les palettes seules étant variables. Je puis donc négliger ces frottements et prendre la valeur lue à l'index, comme mesure de la force propulsive de chaque palette.

Le poïds moteur se transmet à l'axe de l'hélice avec une perte de 35 0/0 environ. Le frottement du quatrième axe a lieu par le système des pointes et contre-pointes, adopté dans les machines de tourneur : le moindre déplacement de la vis V suffit à régler ce frottement. Ce chiffre de 35 0/0 a été obtenu au moyen de freins spéciaux que je ne puis décrire ici. Mais comme je tiens surtout à comparer la puissance des palettes, je n'ai nul besoin de connaître exactement le travail sur l'arbre de l'hélice. Si *m*, par exemple, est le moment de la force motrice correspondant à 1 kilo, et N le nombre de tours à la seconde, le travail correspondant à un poids de 1 kilo sera $2\pi m$N ; pour 2 kilos, le moment sera dou-

blé; pour n kilos, nous aurons $2\pi mn\mathrm{N}$. J'élimine le facteur commun $2\pi m$, et je prends $\frac{\mathrm{P}}{n\mathrm{N}}$ comme indice de la valeur propulsive d'une palette (P étant l'effort propulsif).

J'ai fait varier les poids tenseurs de 1 à 5 kilos. Dans la série d'expériences relatées, je me suis servi d'un même mandrin ovoïdal de 16 millimètres de rayon, percé de deux ouvertures cylindriques, diamétralement opposées, si bien que le manche de la palette s'implante perpendiculairement à l'axe de rotation. Dans les tableaux qui suivent, α désigne l'angle de la base de la palette avec l'équateur du mandrin.

Les palettes essayées peuvent se diviser en trois catégories : 1° planes et réglées, 2° concaves, 3° animales ou ondulées. Les palettes avaient même diamètre, et très approximativement même surface. Ne pouvant entrer dans tous les détails des expériences sur les palettes planes et réglées, je me bornerai à quelques faits saillants.

Dans une première série d'expériences, les palettes planes sont rectangulaires, et les réglées sont semblables à un escalier en colimaçon. Les unes et les autres sont rigides et formées d'un manche en bois, rectiligne, cylindrique, sur lequel sont implantées normalement des traverses égales, situées dans un même plan (palettes planes) ou dans des plans différents (réglées, tordues ou hélicoïdales). Du papier recouvre le tout; c'est par la base du manche que s'implante la palette.

J'appelle torsion négative celle qui a été jusqu'ici uniquement employée, soit dans les hélices aériennes, soit dans les marines. Si la traverse basilaire, par exemple, fait 30° avec l'équateur, et que la distale en fasse 10°, je dis que la torsion est de $10° - 30° = -20°$. On reconnaît facilement que 1° les palettes tordues donnent une force propulsive plus considérable que les planes, à condition que la torsion soit négative. Au premier abord on ne conçoit pas qu'il puisse en être autrement. Nous verrons pourtant que la distinction en torsions négatives et torsions positives n'est nullement oiseuse, et qu'il est des cas où une torsion positive donnera de meilleurs résultats qu'une négative.

2° Que la palette soit plane ou tordue, les résultats seront meilleurs avec un contour trapézo-triangulaire, comme dans une aile animale, c'est-à-dire avec une aile dont la largeur va en diminuant de la base au distum.

3° Il faut que l'épaisseur aille en diminuant du bord antérieur au bord postérieur.

4° Les surfaces réglées sont inférieures aux surfaces concaves. Il faut que cette concavité aille en diminuant de la base au distum.

5° Les surfaces concaves élastiques sont supérieures aux rigides.

Je suis passé des surfaces réglées aux concaves par le moyen d'une palette à deux plans mobiles, par suite à dièdre variable. J'ai étudié

ensuite des palettes semblables, mais à génératrices élastiques, mobiles, rectilignes, puis à génératrices courbes, et finalement à des palettes animales. C'est une de ces dernières qui m'a donné les meilleurs résultats. Ne pouvant donner toutes les tables de rendement, je me bornerai à celles des palettes diédriques et animales.

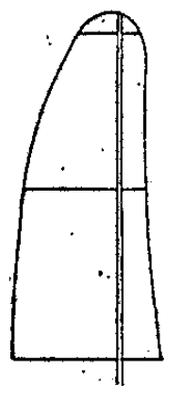


Fig. 2.

Palette trapézo-triangulaire à deux versants. — La figure 2 donne les proportions des deux versants ; le diamètre est de 150 millimètres (comptés de l'ouverture du trou à la pointe de la palette). La superficie est de 6.727 millimètres carrés.

I. — Cas ou le dièdre a 180° :

α	1 K			2 K			3 K			4 K			5 K		
	N	P	$\frac{P}{N}$	N	P	$\frac{P}{2N}$	N	P	$\frac{P}{3N}$	N	P	$\frac{P}{4N}$	N	P	$\frac{P}{5N}$
0°	13.4			19.5			24.7			29.5					
10°	11.6	8.8	0.75	17.5	20	0.58	22	31.2	0.47	25.7	41.6	0.40	28.7	52.8	0.36
15°	10.8	12.8	1.20	15.6	28.8	0.92	19.8	46.4	0.78	22.3	59.8	0.47	25.6	74	0.57
20°	9.4	13.6	1.46	13.7	33.6	1.24	16.8	52	1.04	20.1	68.8	0.86	22.8	88	0.77
25°	8.8	12.8	1.48	11.1	32	1.45	13.8	48	1.16	16.2	66.8	1.06	17.9	83	0.93
30°	7.2	12	1.70	10.3	29.4	1.44	13	44.8	1.49	14.7	59.2	1	17	72	0.84
40°	5.5	8	1.48	7.9	19.2	1.22	9.9	30.4	1	11.6	40	0.86	13.2	50	0.76
50°	4.6	4.8	1.05	6.8	13.6	1	8.4	24	0.96	10	30.4	0.76	11.1	35.2	0.63
60°	3.9	3.2		5.8	8		7.1	12.8	0.6	8.5	20	0.59	9.4	24.8	0.52
70°	3.8			5	4.4		6.3	6.4	0.34	7.5	7.6		8.2	9.6	
80°	3.1			4.62			5.6			6.7			7.5	2.4	
90°	2.9			4.3			5.3			6.2					

Remarques. — 1° Le maximum de P a lieu à 20°, quelle que soit la force motrice.

2° L'indice de propulsion $\frac{P}{nN}$ atteint son maximum à 30° pour les poids de 1 à 4 kilos, à 25° pour 5 kilos.

3° L'indice de propulsion croît en raison inverse des poids, c'est-à-dire que, pour une même palette, il est d'autant plus grand que la palette tourne plus lentement.

II. — Avec dièdre.

Après quelques tâtonnements, le dièdre le plus favorable est celui de 170° ; il se montrera toujours supérieur à celui de 180°, mais en ayant soin de détordre graduellement le versant antérieur, de manière qu'au distum le dièdre soit nul. J'obtiens ainsi avec 5 kilog. :

α	N	P	α	N	P
10°	25,15	76,8	18°	22,84	83,2
15°	24,46	80	20°	20,93	91,2

Remarques. — 1° A 25° la palette tout à fait plane produit au niveau de l'axe un courant violent dirigé d'arrière en avant; ce courant (à 4 et 5 kilos) est assez fort pour chasser le curseur à plusieurs centimètres en avant du mandrin. Ce grave défaut est évité avec la palette diédrique; le curseur, dans ce cas, est poussé sur le mandrin d'avant en arrière. C'est là évidemment un élément de supériorité de la palette diédrique sur la plane; la masse d'air frappée se dirige toute en arrière; tandis qu'avec la plane il y a fuite en avant (1). Il est encore impossible d'obtenir ce facteur avec une hélice basée sur la vis.

2° Dans cette palette, comme dans toutes celles que j'ai expérimentées, l'épaisseur va en diminuant d'avant en arrière.

Je me garderai bien de fixer sur le mandrin deux ou plusieurs tiges d'égal volume, comme on l'a fait jusqu'ici dans tous les ballons dirigeables; le principe de l'ovoïde est trop évident pour tâtonner à ce sujet. Je relaterai seulement une expérience curieuse prouvant les qualités propulsives d'une telle forme.

Je fixe sur le mandrin, dans son équateur, c'est-à-dire à 90° sur l'axe de rotation, une palette triangulaire réduite à son cadre (tige antérieure et traverse balisaire). Sous l'action de 1 kilo, elle fait douze tours. Je remplis le cadre de papier, ce qui, d'après la loi de Newton, ne devrait pas changer la résistance, le maître-couple n'ayant pas varié; mais au lieu de douze, on a quinze tours; l'adjonction d'une partie effilée en arrière du bras épais a donc considérablement diminué la résistance. Tout autre serait le résultat si on mettait cette partie amincie en avant.

III. — Palette animale *(fig. 3)*.

Elle est formée de deux rémiges et d'une plaque de noyer estampée. Je la nomme animale parce qu'elle en a les principaux caractères : élasticité, bord antérieur sinusoïdal, torsion positive, concavité basilaire avec aplatissement distal, horizon de forme trapézo-triangulaire (H, *fig. 3*). Dans la figure 3, F représente le front; on y voit nettement la face inférieure du distum, parce que la torsion est positive (elle est ici de + 12°); c'est la face supérieure qu'on

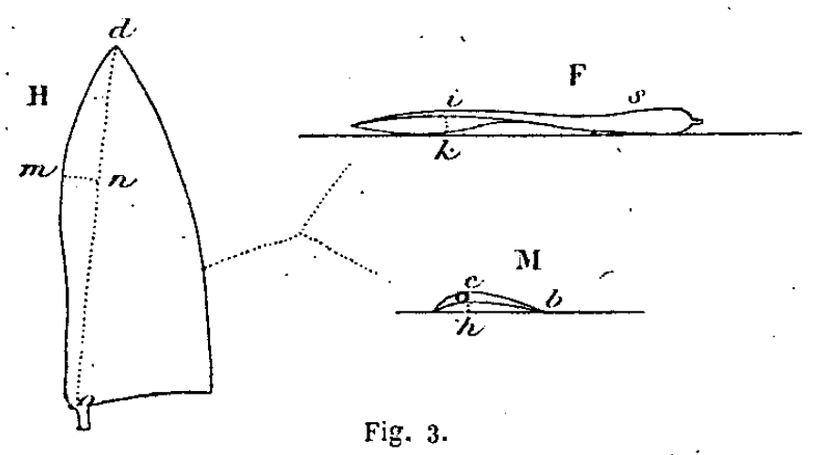


Fig. 3.

(1) J'ai depuis longtemps, et bien avant Müller, signalé l'importance d'un versant antérieur. Je m'étonne que M. le professeur Marey n'ait cité que Müller; celui-ci n'a, du reste, fait qu'une expérience isolée, tandis que, reconnaissant la généralité du facteur en question dans toute la série animale, je m'en suis servi pour démolir les théories du plan, aussi bien que celle de l'hélice.

verrait si la torsion était négative. M est la section de profil à la base; le dièdre y est de 160° environ.

Le sommet de la crête frontale (S, *fig. 3*) s'élève de 3 0/0 du diamètre au-dessus du plan sustenseur (plan correspondant à la plus grande projection de la palette). La hauteur de la crête de profil C*h* est les 6 0/0 de cette corde. La courbure horizontale du bord antérieur est les 5 0/0 du diamètre, c'est-à-dire $\frac{ab}{od} = \frac{5}{100}$, la courbure verticale le 2 0/0, c'est-à-dire $\frac{a'b'}{od} = \frac{2}{100}$. Le diamètre ou corde disto-proximale fait 5-6° avec l'équateur et avec le méridien qui passent par son manche de fixation.

α	1 K			2 K			3 K			4 K			5 K		
	N	P	$\frac{P}{N}$	N	P	$\frac{P}{2N}$	N	P	$\frac{P}{3N}$	N	P	$\frac{P}{4N}$	N	P	$\frac{P}{5N}$
0°	16.2	12.08	0.80												
10°	15.36	23.2	1.55	23.15	44	0.96	29.23	52	0.60						
15°	11.03	25.6		21.55	58.4	1.69	23.03	91.2	1.30	27.92	121.6		31.71	136	0.86
20°	9.39	22	2.39	14.77	53.6	1.84	19.14	89.6	1.58	22.84	121.6	1.09	26.54	>136	>1.24
30°	6	12.8	1.92	10	29.6	1.42	13	61 6	1.51	16	87.2	1.33	19	118.4	1.24
40°							10.89	43.2	1.30	13.30	61.6	1.18	15	82.4	1.10

Remarques. — 1° La force propulsive et l'indice de propulsion sont beaucoup plus élevées que dans les palettes planes ou hélicoïdales. La

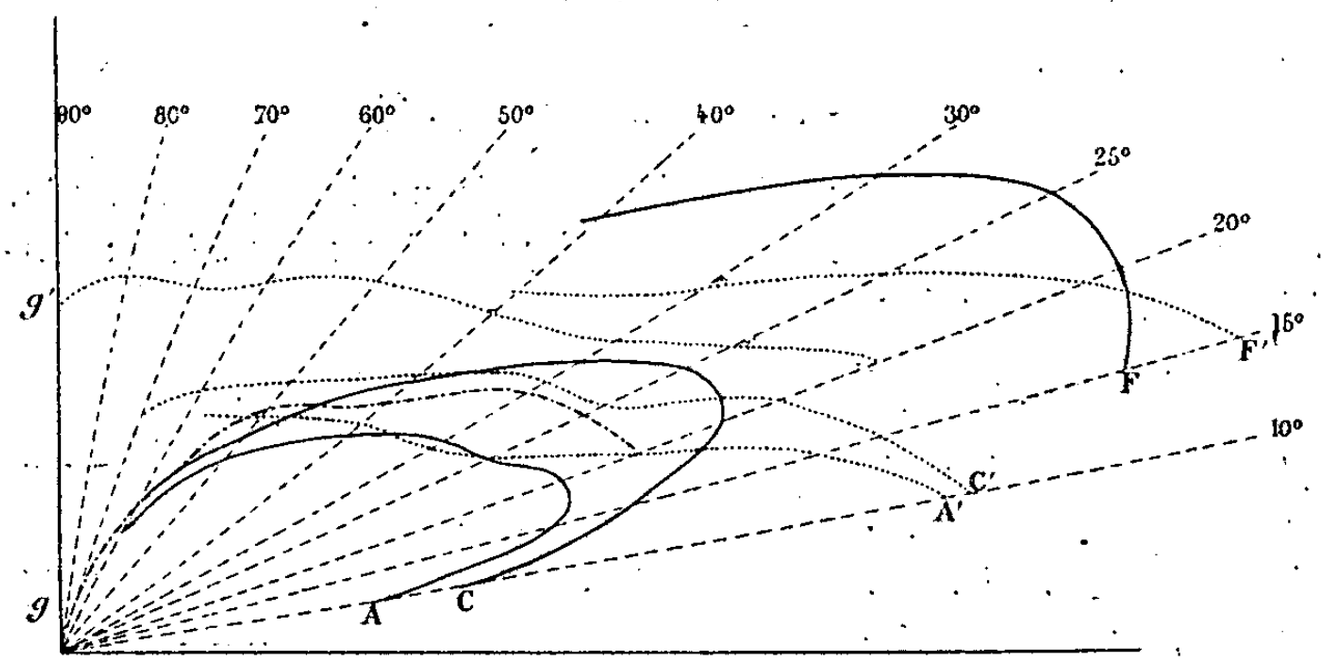


Fig. 5.

figure 5 (1) montre les courbes de la force propulsive et du nombre de tours en fonction de l'inclinaison de la base; les angles qui figurent dans la

(1) Dans cette figure, les lignes pleines représentent les forces de propulsion, et les lignes ponctuées le nombre de tours. F et F′ s'appliquent à la palette animale, C et C′ à la palette diédrique, A et A′ à une palette plane rectangulaire, *g* et *g′* à une aile d'alouette en extension.

table et dans la figure sont ceux de l'équateur avec la corde *ab* (voir *fig. 3 et 4*).

2° Les variations de force propulsive sont peu considérables entre 15° et 25°. Il en résulte que si on donne à la palette une position moyenne (20°, par exemple), les variations d'inclinaison résultant d'un coup de vent n'influenceront que faiblement la force propulsive, ce qui évitera les trépidations et rendra le mouvement plus souple, plus régulier. C'est là un avantage des palettes élastiques sur les rigides.

3° Parmi les éléments de supériorité de la palette animale, il y en a un très intéressant par ses conclusions sur le vol. On pourrait l'énoncer ainsi : *La résultante de toutes les pressions aériennes sur une palette animale (caractérisée par une torsion de 12° et un dièdre basilaire de 160°) peut, dans certains cas, se décomposer en deux forces : l'une normale au plan sustenseur de la palette, l'autre située dans ce plan et de même sens que le sens de rotation.*

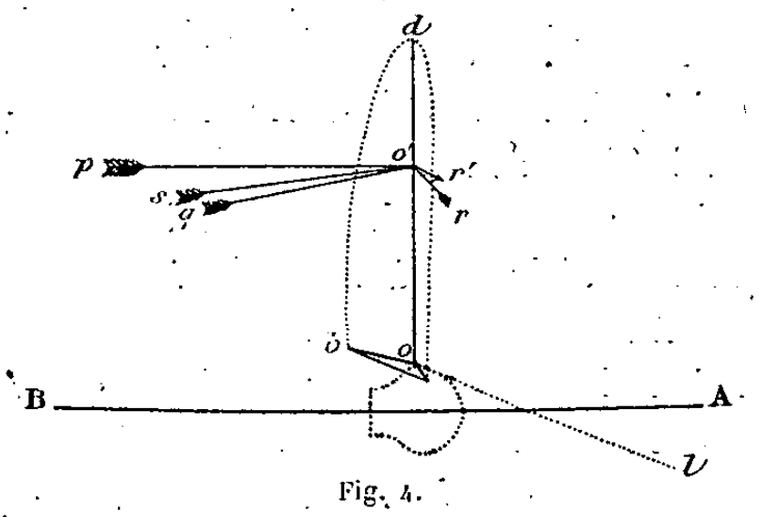


Fig. 4.

Prenons le cas 2 K 12°; dans ce cas, la corde disto-proximale est normale à l'axe de rotation, et le plan sustenseur fait 12° 30′ environ avec l'équateur. Le centre de poussée d'une surface triangulaire dont la base serait sur l'axe AB rotation *(fig. 4)* est éloigné de cet axe d'une distance égale aux deux tiers du diamètre. Admettant cette hypothèse et ce chiffre, ce centre o' est ici à $\frac{168 \times 2}{3} = 112^{mm}$. La poussée de rotation $o'r$ transportée à ce point est $\frac{14 \times 35^{(1)}}{112} = 13$ gr.; en la composant avec $o'p$, la poussée axiale, qui est 58,4, on obtient la résultante O′S, qui, à son tour, peut se décomposer en deux autres : l'une suivant O′Q′ normale au plan sustenseur *abd*, l'autre $o'r'$ située dans ce plan et perpendiculaire au diamètre de la palette.

Cette dernière force $o'r'$ — et c'est là le point important — est de même sens que celui de la rotation. En effet, tg p O′S $= \frac{13}{58} =$ tg *arc* 12° environ; comme l'angle PO′Q′ ou, ce qui revient au même, l'angle du plan sustenseur avec l'équateur est $> 12°$, il en résulte que la résultante O′S est en arrière de O′Q′, et par suite la composante $o'r$ agira dans le même sens que la force motrice, C. Q. F. D. C'est d'autant plus vrai qu'en

(1) Le frein, à 2 kilos, accuse 44 gr. sur la gorge du disque qui a 35 millimètres de rayon.

réalité le centre de poussée est plus éloigné de l'axe que dans notre hypothèse; car 1° la palette ne se prolonge pas jusqu'à l'axe, et 2° sa partie distale est beaucoup plus large que dans une palette triangulaire rectiligne.

Supposons maintenant un battement d'ailes, poussé dans le même sens que notre palette, mais où OQ représente la direction de la pesanteur. Une des composantes O'Q' pourra faire équilibre à la pesanteur, et l'autre poussera l'oiseau en avant. Il n'était pas évident *a priori* qu'en faisant rouler l'aile d'arrière en avant, il existait par rapport à la verticale une position de l'axe de roulement telle que la résultante unique serait propulsive. Avec les palettes planes ou rectangulaires tordues, c'est l'inverse qui a lieu.

C'est un phénomène analogue qui doit se produire dans le vol de certains oiseaux contre le vent, par une simple orientation des ailes sans battements. La résultante du vent doit se décomposer en deux, l'une qui équilibre la pesanteur, ou même la surmonte, et l'autre qui pousse l'animal en avant. Les chercheurs de navigation aérienne feront bien de méditer ce fait; qu'ils fassent des aérocaves et non des aéroplanes, s'ils veulent tenir tête à la brise; avec des aérocaves seulement, ils obtiendront cette bienfaisante composante propulsive, grâce à laquelle on souhaitera le vent plutôt que de le redouter (1).

4° A 20° et 1600 tours environ à la minute, j'obtiens près de 150 gr. de force propulsive. A une telle vitesse, le diamètre de la palette s'allonge; sa concavité diminue, et par suite sa largeur augmente. Les augmentations de diamètre et de largeur sont naturellement en rapport avec les courbures primitives de la palette, son degré d'élasticité, et la force motrice; je suis arrivé en tâtonnant à établir un rapport convenable entre ces divers facteurs. Je ne dis pas cependant qu'il est le meilleur; mais je n'ai pu obtenir de résultats supérieurs avec d'autres palettes différant par le diamètre, la largeur et la torsion. Je n'ai pas non plus recherché le meilleur rapport entre les dimensions du mandrin, de l'arbre, le diamètre de la palette et la force motrice ; la position du bord antérieur par rapport à l'axe est aussi un facteur très important. Des expériences nouvelles montreraient aussi si on doit employer ou négliger l'inflexion, l'ondulation (je l'ai faiblement accusée dans ma palette, au niveau seulement du bord antérieur).

Si imparfaites et si incomplètes que soient ces expériences, elles répondent favorablement à l'intuition qui les a guidées ; elles montrent l'insuffisance des vieilles notions de pas et de génératrices rigides passant par

(1) Goupil a fait valoir des considérations analogues dans son ouvrage *La locomotion aérienne*, 1880, en montrant la supériorité des calottes ovoïdes sur les sphériques. La même idée se retrouve dans les expériences ultérieures de Lilienthal *(Der Vogelflüg*, Berlin, 1889). Bien que mon expérience diffère notablement de celles de ces deux observateurs, il est instructif de la voir conduire au même résultat.

l'axe, et font entrevoir le progrès dans les surfaces élastiques, sinusoïdales, dissymétriques d'avant en arrière, à torsion positive, à contour trapézo-triangulaire, à dièdre basilaire, et distum plat.

M. Ed.-F. HONNORAT-BASTIDE

à Digne.

REPTILES ET BATRACIENS DES BASSES-ALPES

— Séance du 23 septembre 1891 —

L'étude des Reptiles et Batraciens a réellement de l'attrait à différents points de vue. Ces animaux, avec les Poissons, sont les Vertébrés les plus anciens de notre globe, et nos terrains nous livrent souvent les os pétrifiés d'espèces de plus ou moins grande taille et de formes plus ou moins étranges. Au point de vue de l'évolution de l'espèce, leur étude est des plus curieuses; mais c'est surtout dans les détails de leurs mœurs que cette étude devient réellement attrayante.

Par elle on apprend que ces animaux sont nécessaires à l'agriculture par la destruction qu'ils font des ennemis de nos récoltes et de nos provisions; que c'est à tort que l'on regarde les Reptiles comme inutiles; que quelques-uns sont comestibles, et que si, par exception, quelques espèces, en fort petit nombre, du reste, sont dangereuses par leur venin, une crainte mal fondée exagère seule leur pouvoir malfaisant, autrement limité que ce que l'on croit.

L'histoire des idées de l'homme en faveur ou contre ces animaux, dans tous les temps et dans tous les pays, est fort curieuse, et celle des légendes et superstitions auxquelles ils ont donné lieu, des plus attrayantes. Quoi que l'on dise, la crainte des Reptiles est facile à vaincre, et c'est à tort que l'on fait si peu de cas, dans nos pays, de ces animaux si utiles. Dans l'antiquité, on craignait moins ces êtres singuliers, qui étaient tantôt des animaux familiers ayant place au foyer domestique, tantôt de vrais dieux ayant leurs temples et leurs lieux sacrés. C'est qu'alors on savait à quoi s'en tenir sur les mœurs de certains Reptiles, tandis que de nos jours leur nom seul inspire le dégoût et donne le frisson, même lorsqu'il s'agit d'espèces complètement inoffensives. Mais on sait que la crainte faisait aussi adorer les plus terribles de ces animaux, et pour cause.

Comme l'a écrit une plume plus autorisée que la mienne, « pour nous former une idée générale du règne animal, il ne nous suffit pas de connaître les principaux phénomènes par lesquels la vie se manifeste chez les êtres organisés et d'avoir étudié la structure de leur corps et le mécanisme de leurs fonctions ; il nous faut aussi jeter un coup d'œil sur la manière dont les animaux sont répartis à la surface du globe, et chercher à apprécier l'influence que peuvent exercer sur eux les circonstances diverses au milieu desquelles ils sont appelés à vivre (1). » On voit, par ces quelques mots, tout l'intérêt qui s'attache à la connaissance exacte de la distribution géographique des êtres à la surface du globe et l'étendue de l'aire qu'ils occupent, en tenant compte des conditions climatériques et autres des milieux dans lesquels ces animaux vivent.

La distribution géographique des animaux est très utile à connaître, car elle nous montre les espèces de chaque région, de chaque vallée, celles limitées à certains pays de plaine ou maritimes, et d'autres placées dans des conditions climatériques analogues ou souvent très différentes entre elles, d'autres encore s'accommodant de régions, d'altitudes extrêmes.

Pour nous en tenir seulement aux Reptiles et Batraciens, on comprend donc combien il serait utile de connaître comment ces animaux se répartissent en France, quelles sont les espèces du Nord qui descendent vers le Midi, celles du Midi qui remontent vers le Nord, etc., etc. Il ne serait pas moins intéressant de connaître les lois qui président à l'extension géographique des espèces, lois qui ne seraient qu'une explication naturelle de l'évolution morphologique de ces espèces. Le Lézard vert (*Lacerta viridis* Gessn.), par exemple, Saurien essentiellement méridional, très commun dans les Basses-Alpes, devient de plus en plus rare au fur et à mesure que l'on s'approche de Paris, qu'il dépasse à peine (2), certainement parce qu'il ne peut trouver dans cette région des conditions d'existence aussi favorables pour lui que dans le Midi. En parcourant nos montagnes des Basses-Alpes, je me doutais depuis longtemps que ce même Lézard vert devait pourtant pouvoir remonter assez haut vers le Nord. Qu'il me suffise, en effet, de vous dire que j'ai rencontré cette espèce à près de 1.650 mètres d'altitude, sur la montagne des Dourbes, près Digne. Un Reptile méridional qui monte aussi haut en altitude, dans sa vraie patrie, peut se trouver assez bien encore dans une région du Nord pouvant avoir les mêmes conditions climatériques que celles d'une haute montagne du Midi.

On voit par là quelle serait l'utilité d'une faune de chacun de nos départements, ou tout au moins de chaque région de notre pays, dans ses rapports avec celle du reste de la France.

(1) MILNE EDWARDS, *Zoologie*, 12e édition, in-12; 1877, page 614.

(2) V. COLIN DE PLANEY, *Catalogue des Reptiles et Batraciens du département de l'Aube et Étude sur la distribution géographique des Reptiles et Batraciens de l'Est de la France*, in-8°, Semur, 1878, p. 22.

Un catalogue des Reptiles et Batraciens des Basses-Alpes, qui donnerait autant que possible la liste exacte et la délimitation géographique de l'habitat de nos espèces bas-alpines n'aurait pas seulement sa raison d'être à titre de curiosité (1), mais formerait une œuvre des plus utiles sur l'histoire naturelle de nos montagnes. C'est pour combler cette lacune que j'ai rédigé un catalogue raisonné des Reptiles et Batraciens des Basses-Alpes, afin d'apporter mon tribut à la faune générale de la France.

Les limites d'une communication ne me permettant pas d'entrer dans de longs commentaires sur notre faune herpétologique, je me contente de vous donner seulement la liste des Reptiles et Batraciens de nos montagnes.

La faune herpétologique des Basses-Alpes comprend quatre Sauriens :

Lacerta muralis Laur.,	*Lacerta viridis* Gessn.,
Lacerta ocellata Daud.,	*Anguis fragilis* Linn.,

Huit Ophidiens :

Coronella Girundica Daud.,	*Tropidonotus viperinus* Latreil.,
Elaphis Æsculapii Aldrow. et variétés,	*Tropidonotus natrix* Linn.,
Zamenis viridiflavus Latreil. (2),	*Vipera aspis* Linn.,
Rhinechis scalaris Seb.,	*Vipera berus* Linn.;

Sept Batraciens anoures :

Hyla barytonus Hér.-Roy. (3),	*Alytes obstetricans* Laur.;
Rana viridis D. et Bibr.,	*Bufo vulgaris* Laur.,
Rana fusca Honnorati Hér.-Roy. (4),	*Bufo calamita* Laur.,
Pelodytes punctatus Dug.,	

Et deux Batraciens urodèles :

Salamandra maculosa Laur.,	*Triton Alpestris* Laur.

Tels sont les Reptiles et Batraciens que vingt ans de recherches m'ont permis de comprendre dans la faune des Basses-Alpes pour les avoir recueillis par moi-même ou avec l'aide de mes amis et de quelques personnes obligeantes. Je ne discute ni sur le nombre, ni sur les espèces que je viens de vous donner; je ne vous parlerai pas non plus des Reptiles et Batraciens qui habitent les départements limitrophes du nôtre; ou le versant italien de notre frontière des Alpes, que des recherches minutieuses faites dans les parties des Basses-Alpes qui leur sont voisines

(1) A titre de simple curiosité seulement, n'est-il pas déjà intéressant, en effet, que de savoir qu'un tout petit Saurien, le Lézard des murailles, *Lacerta muralis* Laur., s'élève à 2.000 mètres d'altitude dans nos Alpes inférieures.

(2) Sur cette espèce des Basses-Alpes, j'ai déjà entretenu l'Association française. Voir mes *Quelques mots sur le Zamenis viridiflavus* D. et B.; *habitat particulier de ce Reptile dans la vallée des Bains à Digne. Évolutions amoureuses et pouvoir fascinateur de ce Serpent.* — Assoc. franc. p. l'Avanc. des Scienc., Comp. rendu de la 10e sess., Alger, 1881, t. X, p. 702.

(3) HÉRON-ROYER, *Note sur une Forme de Rainette nouvelle pour la France, Hyla barytonus.* — Bull. Soc. zool. de France, IX, p. 221.

(4) HÉRON-ROYER, *Note sur une nouvelle Forme de Grenouille rousse du sud-est de la France, Rana fusca Honnorati.* — Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e série, t. I, n° 2, 1881.

pourront peut-être permettre de comprendre un jour dans la faune basalpine : cela m'obligerait d'entrer dans des détails sur mes propres recherches et dans des considérations qui m'entraîneraient trop loin et qui ne sauraient trouver leur place ici.

M. F. HEIM

Préparateur à l'École des Hautes Études, à Paris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU SANG DES CRUSTACÉS DÉCAPODES (1)

— Séance du 23 septembre 1891 —

Le sang des Crustacés décapodes a été l'objet de nombreuses recherches, de la part de divers savants; cependant la lumière est loin d'être faite sur tous les points, fort délicats d'ailleurs, de son histoire. Notre but n'est point d'analyser ici les différents travaux dont il a été l'objet (nous nous contenterons de rappeler, chemin faisant, à qui revient l'honneur d'avoir élucidé les principaux points, aujourd'hui acquis à la science), nous désirons seulement indiquer quelques faits nouveaux que nous a fournis, durant cette année, l'étude de cet intéressant liquide.

Il est facile d'extraire du corps des Crustacés une notable quantité de sang, par l'incision des membranes articulaires, reliant entre eux les segments de la pince ou le céphalothorax au premier anneau abdominal. On obtient ainsi un liquide généralement translucide, de couleur variable suivant les sujets. Ce liquide, ainsi extravasé, ne tarde pas à présenter un phénomène de coagulation spontanée, plus ou moins marqué selon les individus et surtout suivant l'espèce en expérience : tantôt ce caillot est ténu, ex : Tourteau, tantôt compact et occupant toute la capacité du vase qui contient le liquide, ex : Homard.

Enfin, ce sang présente, au contact de l'air, des variations de couleur extrêmement remarquables.

(1) Travail du Laboratoire de physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

Notre étude a porté sur les points suivants :

1° Coagulation; — 2° Ferments; — 3° Albuminoïdes; — 4° Matières colorantes; — 5° Teneur du sang en oxygène; — 6° Sels minéraux.

Coagulation. — Examinons tout d'abord le sang du Tourteau *(Platycarcinus pagurus)*. Au sortir du corps, il est limpide et parfaitement translucide, à l'encontre du sang des Vertébrés qui est opaque. Cette apparence s'explique fort bien, par l'absence de nombreux globules faisant éprouver à la lumière des réfractions multiples, ou même le phénomène de la réfraction totale; le sang des Crustacés est, en effet, dépourvu d'éléments figurés, comparables aux hématies; il contient seulement des leucocytes, analogues à ceux des Vertébrés et animés comme eux, de mouvements amœboïdes fort nets. Au bout de quelque temps, ce liquide extravasé perd sa limpidité, et dans son intérieur, apparaissent des filaments blanchâtres, qui peu à peu s'agglutinent en un caillot, qui tombe au fond du vase; sec, ce caillot n'équivaut certainement pas au millième du poids du sang au milieu duquel il a pris naissance. Il est donc fort différent du caillot de fibrine des Vertébrés, qui surnage et représente une partie notable du poids du liquide formateur. Les caractères de notre caillot sont identiquement ceux que M. Fredericq a assignés à celui du sang du Poulpe. Si l'on suit au microscope la formation de ce caillot, on voit qu'il apparaît aux dépens des leucocytes. Ces éléments émettent des sortes de pseudopodes déliés, qui convergent les uns vers les autres, en formant un réticulum délicat; peu à peu, ce réseau contracte ses mailles et le caillot prend naissance, avec ses caractères définitifs. Si le sang était primitivement coloré en rose, cette matière colorante est mécaniquement entraînée dans les mailles du caillot, qu'elle colore d'une façon parfois assez intense; la matière qui vient ainsi de prendre naissance n'est nullement identique à la fibrine des Vertébrés. Son action décomposante sur l'eau oxygénée est presque nulle; chauffée à l'étuve à 30°, dans une solution moyennement chargée d'azotate de potasse, la fibrine se dissout; ce phénomène de dissolution fait ici totalement défaut, même après plusieurs jours. Les parcelles de ce magma restent également insolubles dans l'eau, acidulée par l'acide chlorhydrique ou par l'acide acétique. Le sang de Tourteau se comporte donc, au point de vue de la coagulation, identiquement comme le sang du Poulpe, et le caillot diffère par sa constitution de celui des Vertébrés.

Avec le sang du Homard, le phénomène est tout différent. Il comprend deux phases : la première correspond à la formation d'un réticulum, puis d'un caillot, analogue à celui du Tourteau, la seconde à la formation d'un caillot, se substituant à la masse entière du liquide primitif. Ce caillot coloré en rose, si le sang possède cette couleur, prend au contact de l'air une légère teinte bleue, d'où une teinte résultante violacée; il a entraîné mécaniquement la matière rose, préexistante dans le sang, et la matière

bleue, qui prend naissance dans son contact avec l'air. La matière ainsi formée est de la fibrine vraie, jouissant de toutes les propriétés de cette matière, et renfermant dans son intérieur, les mailles du réticulum primitif.

On peut donc, au point de vue de la coagulation, diviser les Crustacés en deux classes : la première comprenant ceux où le caillot est ténu (Tourteau, *Carcinus mœnas*, *Maïa squinado*, *Galathea strigosa*, *Palemon vulgaris)*, la deuxième ceux où le caillot est compact (Homard, Langouste, *Portunus puber*). Dans les premiers, le phénomène de la coagulation s'arrête à sa première phase ; dans les seconds, il atteint la deuxième. Cette première phase que l'on appelle phase de formation du plasmodium *(Geddes)*, ne peut être empêchée par les solutions antihémostatiques courantes (sulfate de soude, de magnésie); elle se produit, quelque soin que l'on apporte à la concentration ou à la dilution du liquide ambiant, soit avec des sels minéraux, soit avec du sucre. Le phénomène s'explique bien d'ailleurs. la formation du plasmodium est due à une sorte d'extravasation des liquides contenus dans le protoplasma des leucocytes; il se produit là un phénomène analogue à ceux que les botanistes désignent dans les cellules végétales, sous le nom de phénomène de *plasmolyse*, et qui se produit, chaque fois que le pouvoir isotonique de la solution ambiante, est différent de celui du liquide intracellulaire; nous ne doutons point, qu'en faisant agir par tâtonnement sur les leucocytes, une série de solutions salines à divers titres, et à coefficient isotonique par suite variable, on ne parvienne à empêcher le premier stade de la coagulation, lorsqu'on aura atteint le coefficient isotonique correspondant à celui de la cellule en expérience. Nos recherches sur ce point délicat ont été négatives jusqu'à ce jour, mais nous ne désespérons point d'arriver à un résultat concluant, la chose ne doit être qu'œuvre de patience.

Les liquides contenus dans le leucocyte, une fois extravasés, le deuxième stade de la coagulation commence, et s'il existe dans le sang une substance, capable d'engendrer la fibrine, le ferment de cette fibrine, mis en liberté par les leucocytes, amène sa production.

Dans ces derniers temps, MM. *Arthus* et *Pagès*, complétant les théories de *Schmidt* et de *Hammarsten*, sont parvenus à mettre en évidence, pour les Vertébrés, le rôle fibrinoplastique des sels de chaux. En additionnant le sang d'oxalates neutres, ils précipitent toute la chaux contenue dans le liquide : toute coagulation est dès lors empêchée, ou arrêtée, si elle est déjà commencée. Si à ce sang oxalaté, on ajoute des sels de calcium ou de strontium, la coagulation se produit, ce qui prouve que l'action de la solution oxalatée n'a pas agi en détruisant ou précipitant le fibrinogène. Cette théorie séduisante est-elle applicable au sang des Crustacés? La solution oxalatée est sans action sur la formation du plasmodium, mais elle empêche la formation de la fibrine; jusqu'ici la théorie s'applique,

mais, vient-on à ajouter à ce sang oxalaté des sels de calcium ou de strontium, la coagulation ne se produit plus. On pourrait craindre que la précipitation de la chaux n'ait entraîné le ferment de la fibrine, mais en ajoutant du fibrin-ferment, préparé avec le sang de Crustacé ou de Mammifère, la coagulation n'a jamais réussi entre nos mains. Faut-il admettre une destruction de la matière fibrinogène, nous l'ignorons; mais, en tous cas la nouvelle théorie est jusqu'ici en défaut. Nous nous proposons de la vérifier à nouveau, mais nous doutons quelque peu d'un résultat affirmatif, car la fibrine de Homard, calcinée, même en quantité considérable, ne nous a pas offert de traces de chaux, substance qui, on l'admet aujourd'hui, fait partie de la molécule de fibrine chez les Vertébrés.

Ferments. — Le sang des Crustacés contient des ferments. Au cours de recherches sur les ferments des Crustacés, et en particulier sur ceux des œufs, dont nous avons communiqué les résultats à la Société de Biologie, en commun avec le Dr Abelous, nous avons rencontré dans le sang des Tourteaux et des Maïas trois ferments : 1° une diastase agissant énergiquement sur l'emploi d'amidon; 2° une trypsine porphyrisant faiblement les albuminoïdes, en solution alcaline; 3° un ferment inversif extrêmement peu actif. Le sang extrait de l'animal vivant contient, d'ailleurs, des peptones, faciles à mettre en évidence par la réaction du biuret, et parfois, des quantités assez notables de glycose.

Albuminoïdes. — Les auteurs qui se sont occupés de la question *(Fredericq, Halliburton)* sont d'accord pour ne reconnaître l'existence que d'un matière protéique unique dans le sang, c'est la remarquable hémocyanine de *Fredericq*, sur laquelle nous aurons à revenir. Nos propres recherches nous permettent de révoquer absolument cette hypothèse, et les réactions suivantes indiquent nettement la présence d'une véritable sérine. L'acide acétique cristallisable, ajouté au liquide non étendu, précipite immédiatement des flocons albuminoïdes abondants. En étendant d'eau le sang, on diminue cette coagulation, mais on ne l'empêche pas.

Précipité volumineux par les acides forts; le tannin, le réactif de Millon. — Les alcalis caustiques produisent une belle gelée hyaline, irisée. Pour déterminer exactement le point de coagulation, nous filtrons le liquide, qui a subi la coagulation spontanée, pour nous débarrasser du plasmodium et de la fibrine; ce liquide est additionné d'une solution saturée de sulfate de magnésie, et battu pendant quinze heures, il se forme une mousse abondante et une gelée qui reste sur le filtre; le sang contient donc des albuminoïdes, appartenant au groupe des globulines. La liqueur filtrée est progressivement chauffée au bain-marie, elle manifeste un louchissement très net à 69° (le liquide a été préalablement neutralisé par l'acide acétique, puis acidifié par une trace du même acide; on juge du point de neutralisation par un papier indicateur, imprégné de phénol-phtaléine qui, d'un

beau rouge en solution alcaline, se décolore entièrement en solution acide). Si l'on maintient alors, constante, pendant une demi-heure, cette température de 69°, au louche succède un précipité franc qui s'agglutine. Si l'on chauffe brusquement, on s'expose à trouver un point de coagulation trop élevé, ainsi que les recherches de MM. Corin et Bérard sur les albuminoïdes de l'œuf l'ont prouvé. (*Acad. roy. de Belgique*, t. XV, 1888.) Le sang, privé de ce coagulum, ne se coagule plus par la chaleur, ou l'acide nitrique : il n'y a donc qu'une albuminoïde identique à la sérine.

Le précipité de globuline précédemment obtenu est mis infuser dans l'eau, il se redissout en grande partie, on acidifie comme précédemment et on détermine le point de louchissement qui est à 61°; en maintenant cette température, la précipitation est complète. Le liquide débarrassé de ce coagulum ne précipite plus, il n'y a donc qu'une globuline. On admet d'ailleurs que la globuline des Vertébrés dérive de la sérine; on peut démontrer expérimentalement qu'il en est de même chez les Crustacés. On chauffe le liquide tenant en dissolution la sérine, jusqu'à son point de louchissement, puis on refroidit brusquement; dans ces conditions, la sérine prend les propriétés des globulines, car elle précipite par l'agitation prolongée, en présence d'une solution saturée de sulfate de magnésie; la transformation est d'ailleurs incomplète.

Il existe donc, contrairement à l'opinion jusqu'ici adoptée, deux matières albuminoïdes dans le sang : l'une est identique à la sérine, l'autre à la paraglobuline.

Matières colorantes. — Elles sont au nombre de deux : l'une rose, l'autre bleue.

1° *Matière rose.* — Elle n'est pas constante dans le sang de tous les Crustacés; quand elle existe, elle est soluble dans l'alcool, le sulfure de carbone, l'éther de pétrole, l'éther sulfurique, en solutions roses ou orangées.

Les acides et les alcalis sont sans action sur elle, sauf l'acide sulfurique qui la colore en bleu et l'acide nitrique en vert tendre; l'iodure de potassium ioduré est d'ailleurs sans action. Ces propriétés conduisent à la ranger parmi les lutéines ou lipochromes *(Jolyet)*, matières fort répandues dans le règne animal, comme dans les végétaux, et dont la carotine est le type.

Cette matière perd difficilement son oxygène, ce qui explique l'inactivité des réducteurs sur elle.

Le rôle physiologique de cette substance dans le sang a échappé à tous les observateurs. Les uns *(Pouchet)* ont cherché à tort des relations avec la matière bleue du sang, les autres ne se sont point prononcé. Nous avons été assez heureux pour combler cette lacune. Cette lutéine se trouve uniquement dans le sang des femelles, le sang des mâles en est toujours dépourvu ;

sa présence dans le sang de la femelle est temporaire, et liée à la formation des œufs. Identique à la zoonérythrine de *Mérejkowsky*, abondante dans l'hypoderme, elle est transportée, lors de la ponte, dans l'ovaire et colore les œufs en rouge intense. D'ailleurs, il est bon de remarquer que la coloration des œufs est toujours identique à celle de la carapace : rouge (Tourteau, Maïa, Crevette, Galathée), brune (Portune, Écrevisse), bleue (Homard); la loi est générale. Quant à son rôle, évidemment identique dans l'exosquelette et dans les œufs, il est difficile à élucider.

Elle ne sert point de véhicule à l'oxygène, comme le croit *Mérejkowsky*, car les dosages de son émulsion aqueuse ou de sa solution alcoolique nous indiquent absolument la teneur en oxygène du dissolvant. Pour nous, l'utilité de cette matière colorante doit être de jouer un rôle photochimique, dans les actes de respiration et peut-être de fermentation des tissus, qui rappelle, toutes réserves faites d'ailleurs, entre deux phénomènes fort différents, le rôle de la chlorophylle dans les végétaux. C'est là une hypothèse, sur le rôle des pigments en général, chez les êtres vivants que nous essaierons d'étayer par des expériences, trop peu avancées d'ailleurs pour entraîner dès maintenant la conviction.

2° *Matière colorante bleue.* — Cette matière, d'abord étudiée par M. *Fredericq* chez le Poulpe, a été retrouvée par lui chez le Homard (*Bull. Acad. roy. de Belgique,* t. XLVII, p. 409). Elle existe chez tous les Crustacés décapodes étudiés à ce point de vue; chez tous, le sang prend au contact de l'air une belle teinte bleue, fluorescente dans la plupart des cas (le Tourteau ne possède point cette fluorescence). Ce changement de coloration est dû à la fixation de l'oxygène,car la couleur bleue disparaît, par l'action des réducteurs, du vide, le passage des gaz inertes et reparaît au contact des agents oxydants *(Jolyet* et *Regnard*, *Fredericq*, *Krukenberg*, *Halliburton)*. On admet aujourd'hui, d'une manière unanime, que cette matière est une substance albuminoïde, analogue à l'hémoglobine par toutes ses propriétés. Nos expériences nous conduisent sinon à réfuter nettement cette théorie, du moins à nous faire douter de son exactitude.

Rappelons les points caractéristiques de l'histoire chimique de l'hémoglobine, nous verrons ensuite si, sur chacun de ces points, l'histoire de l'hémocyanine est calquée sur celle de cette première matière.

I. — L'hémoglobine appartient au groupe des protéides, « corps susceptibles de fournir par dédoublement une substance albuminoïde, à côté d'autres produits de décomposition » (Hoppe-Seyler).

II. — L'hémoglobine contient du fer, l'hémocyanine, dit-on, du cuivre; dans l'une, comme dans l'autre, la présence du métal est constante, l'atome métallique y fait partie de la molécule chimique.

III. — L'hémoglobine se dédouble, sous l'influence des acides, en une albuminoïde dépourvue de fer et une substance ferrugineuse, cristallisable;

l'hématine ; l'hémocyanine présenterait une réaction calquée sur celle-là et donnerait, dans ces conditions, naissance à un corps cuprifère cristallisable.

VI. — Le rôle physiologique considérable de l'hémoglobine est dû à son affinité pour l'oxygène, qui se fixe sur sa molécule, à l'état de combinaison dissociable, d'où formation temporaire d'un corps nouveau : l'oxyhémoglobine. Il existerait de même une oxyhémocyanine.

1° La condition essentielle pour vérifier que l'hémocyanine se dédouble en albuminoïde et en un autre corps métallifère, est d'avoir obtenu cette substance, à l'état de pureté. Jusqu'ici les expérimentateurs croyaient avoir satisfait à cette condition, car ils niaient l'existence d'une autre albuminoïde dans le sang des Crustacés, concurremment avec l'hémocyanine. Nous avons, au contraire, démontré la présence dans ce liquide, non seulement de la sérine, mais aussi d'une quantité notable de paraglobuline. Le procédé d'extraction de la prétendue hémocyanine pure par la dialyse, est donc illusoire, et c'est ce qui explique l'insuccès de *Fredericq;* à obtenir cristallisé, ce corps bleu. . .

2° Si certains Crustacés contiennent toujours du cuivre dans leur sang (Homard), il en est d'autres qui s'en montrent totalement dépourvus. Les Tourteaux, Langoustes, Crabes, Écrevisses sont dans ce cas. Nous avons recherché ce métal dans les cendres des divers tissus, à l'aide des réactifs, dont la sensibilité extrême est reconnue par tous les chimistes (hydrogène sulfuré, ferrocyanure de potassium, électrolyse). La sensibilité de ce dernier procédé s'étend, on le sait, à des traces presque infinitésimales ; le résultat a toujours été négatif pour les animaux ci-dessus, quelle que fût d'ailleurs leur provenance (Roscoff, Arcachon, marché de Paris). Ce résultat est entièrement opposé à celui des savants, qui se sont occupé de la question avant nous; peut-être faut-il chercher la cause de cette divergence, dans la différence des localités où vivaient les animaux; le cuivre existe, on le sait, dans les eaux marines, et peut de là se fixer dans les tissus des animaux, mais peut-être fait-il défaut sur certaines côtes. Quoi qu'il en soit, on ne peut plus admettre le rôle fondamental du cuivre dans l'hémocyanine. Cette matière peut exister avec ses propriétés caractéristiques, en n'en contenant pas trace; la présence du métal, lorsqu'elle est constatée, n'est qu'accidentelle, et probablement due aux hasards de l'alimentation.

3° M. *Fredericq*, en faisant agir les acides sur les produits purifiés de la dialyse, n'opère en réalité que sur le mélange complexe des albuminoïdes du sang. Or, l'on sait, que dans les cas où le cuivre existe dans les humeurs de l'organisme, il s'y trouve à l'état d'albuminate de cuivre, jouissant dès lors des propriétés colloïdes. Rien d'étonnant alors, à ce que les acides forts détruisent cette combinaison cuivrique de la sérine, pour former un composé cristallin. M. *Fredericq* a réussi avec le sang du

Poulpe, à obtenir ainsi des cristaux métallifères, en faisant agir sur lui l'acide chlorhydrique ou nitrique. Nous avons répété l'expérience sur un sang cuprifère, celui du Homard, elle s'est montrée négative. Le cuivre est sans doute là, en proportion beaucoup trop faible, pour donner naissance à une quantité appréciable de cristaux.

4° Jusqu'ici, tous les expérimentateurs ont admis, pour l'hémocyanine, un coefficient d'absorption pour l'oxygène, comparable à celui de l'hémoglobine. S'ils avaient cependant tenu compte des dosages effectués à la pompe à mercure par *Jolyet* et *A. Regnard*, ils auraient pu concevoir des doutes sur la valeur de leur hypothèse. Nous relevons, en effet, dans le mémoire de ces deux savants (*Respiration des animaux aquatiques*, *Arch. de Phys.*, 1877) la phrase suivante : « Le sang est approprié, par sa capacité respiratoire à la pauvreté oxygénée du milieu extérieur. » Autrement dit, la teneur en oxygène du sang des Crustacés est à peu près celle de l'eau ambiante. Nous avons repris cette question de dosage, à l'aide de la méthode si précieuse de l'hydrosulfite de soude, due à MM. *Schutzenberger* et *Risler;* nos dosages, au nombre d'une centaine, ont porté sur le sang de Tourteau, Homard, Langouste, Portune, Maïa, Écrevisse, Crabe. Pour nous entourer de toutes les précautions nécessaires, nous avons prié notre excellent ami, le Dr *Langlois*, de répéter lui-même nos dosages, les chiffres ont été concordants. Enfin, M. le professeur *Schutzenberger* a bien voulu effectuer lui-même plusieurs dosages, en opérant sur 20 à 30 c. de sang à chaque fois. Faits par cet éminent chimiste, à l'aide de la méthode par lui inventée, et avec des quantités aussi considérables de sang, ces dosages sont de nature à entraîner la conviction. La quantité d'oxygène, fixée par la matière bleue du sang, est comparable à celle que fixe l'eau pure; seule la Langouste présente un chiffre plus considérable, son sang fixe à peu près le double de la quantité d'oxygène fixée par l'eau. (Résultat conforme à celui obtenu par M. *Ch. Richet* sur le même animal. *Progrès médical*, 1879.) Notons que le sang de Langouste est entièrement privé de cuivre. Nous nous contentons ici d'énoncer les résultats eux-mêmes, nous réservant de publier prochainement, dans un travail spécial, les chiffres à l'appui.

Que devient, en présence de ces résultats, la séduisante théorie de la fonction respiratoire de l'hémocyanine? Une hypothèse brillante et rien de plus. Elle s'écarte des protéides, car rien ne prouve sa décomposition en deux corps dont l'un albuminoïde, puisque personne (et nous-même avons échoué dans nos tentatives) n'a réussi à opérer sur une substance pure; elle diffère de l'hémoglobine, car la présence du cuivre dans sa molécule est réfutée par nos expériences; la quantité d'oxygène fixé par elle est très faible, elle ne peut, par suite, jouer qu'un rôle physiologique presque négligeable.

Le sang frais ne contient que les deux matières, rose et bleue, dont nous venons de parler. Mais abandonné à lui-même, pendant un temps d'autant plus court que la température ambiante est plus élevée, il prend, dans la plupart des cas, une teinte noire intense. Quel est le corps qui prend ainsi naissance? Ses propriétés chimiques sont négatives. Il reste insensible à tous les réactifs, sauf aux acides concentrés et bouillants qui le dissolvent et prennent une teinte acajou : c'est le seul dissolvant qui nous ait réussi. Nous sommes parvenus à obtenir également ce corps, par la putréfaction du tissu hépatique. Il semble que ce corps, par nous découvert, et auquel nous nous garderons d'imposer un nom nouveau, dans la crainte d'embrouiller encore la nomenclature des substances chimiques mal définies, que l'on rencontre dans les tissus animaux, il semble, disons-nous, que ce corps est analogue à ces pigments noirs qui prennent naissance, dans la putréfaction des albuminoïdes, en présence du suc pancréatique. Il se rapproche singulièrement du pigment mélanique, et sa naissance aux dépens des albuminoïdes du foie, est peut-être consécutive à l'action du ferment trypsique, que cet organe contient constamment chez les décapodes.

Sels minéraux. — Sans donner ici le détail de nos analyses minérales, nous noterons, dans le sang des Crustacés, la présence temporaire de la chaux et de la magnésie, qui n'apparaissent d'une façon notable, dans ce liquide, qu'au moment de la mue; la richesse du sang en chlorures, ce qui prouve la perméabilité extrême de la branchie, et le passage facile des substances salines de l'extérieur dans le système circulatoire, ainsi que M. *Fredericq* l'avait déjà indiqué; la présence parfois très nette de phosphates, contrairement à ce qui se passerait chez les Céphalopodes, étudiés à ce point de vue; enfin la présence, en quantité constante et considérable, du fer dans le sang de tous les Crustacés décapodes sans exception, et son accumulation remarquable dans le foie.

Résumons les principaux résultats de nos recherches :

1° La coagulation du sang comprend deux phases :

α. Formation du plasmodium;

β. Formation d'une vraie fibrine chez certaines espèces.

La théorie nouvelle de la coagulation, proposée par MM. *Arthus* et *Pagès*, ne s'applique jusqu'ici qu'imparfaitement aux Crustacés.

2° Le sang contient des ferments et des peptones.

3° Il contient indubitablement de la sérine et de la paraglobuline comme le sang des Vertébrés. La nutrition et la fixation temporaire de l'oxygène ne sont donc pas dévolues à la même substance, comme on le croyait jusqu'ici.

4° La lutéine n'apparaît chez les femelles, dans le sang, qu'au moment de la formation des œufs; elle effectue une migration de l'hypoderme

dans l'ovaire, puis elle disparaît de ce liquide. Le sang des mâles s'en montre constamment dépourvu.

L'hémocyanine n'est peut-être pas une matière albuminoïde. Bien que n'ayant pas réussi à l'isoler, nous pouvons affirmer qu'elle s'écarte de l'hémoglobine par l'absence de métal dans sa molécule et son pouvoir absorbant très faible pour l'oxygène. Sa décomposition, en un corps albuminoïde et un corps métallifère cristallisable, est des plus hypothétiques.

Le cuivre, quand il existe, n'est qu'un élément accidentel du sang et s'y trouve combiné à la sérine, à l'état d'albuminate. Le sang et le foie, probablement aux dépens des albuminoïdes, en présence d'un ferment trypsique, donnent naissance à une matière qui semble se rapprocher de la mélanine, matière colorante de la choroïde et de l'encre des Céphalopodes.

5° Les éléments minéraux du sang dignes de fixer l'attention sont :

La chaux et la magnésie, qui ne deviennent abondantes dans ce liquide qu'au moment de la mue;

L'acide phosphorique et les phosphates, en quantités parfois notables;

Enfin, le fer, toujours abondant chez tous les types étudiés et qui semble s'accumuler dans le foie.

MM. Jules DE GUERNE et Jules RICHARD

à Paris.

DOCUMENTS NOUVEAUX SUR LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES CALANIDES D'EAU DOUCE (1)

— Séance du 23 septembre 1891 —

Le travail sur la *Distribution géographique des Calanides d'eau douce* (1) (2) présenté par nous en 1889 à l'Association française pour l'avan-

(1) Le présent travail a été mis au courant des découvertes les plus récentes, depuis le Congrès de Marseille jusqu'au 1er janvier 1892.

Nous ne pouvons toutefois que signaler très brièvement un travail *Sur la faune des Invertébrés aquatiques de la Suisse*, communiqué par Imhof à la 74e réunion de la *Société helvétique des sciences naturelles*, le 20 août 1891, à Fribourg, et dont nous ne connaissons qu'un compte rendu sommaire publié dans les Archives des sciences physiques et naturelles (Genève, novembre-décembre 1891). Le fait le plus intéressant que nous y relevons est la présence de *Diaptomus affinis* Uljanin, dans le Fählensee, près du Sentis. Cette espèce n'était connue que du Turkestan, dans le Kuplan-Kul, Ferghana. Il importe de faire remarquer, à ce propos, que *D. affinis* est extrêmement voisin de *D. denticornis* Wierzejski et que la seule description du type d'Uljanin laisse beaucoup à désirer.

Enfin, un mémoire de G.-S. Brady (*A revision of the bristish species of fresh-water* Cyclopidæ *and* Calanidæ, Nat. hist. transac. of Northumb. Durham, etc., vol. XI, 1891) vient de nous parvenir. La présence de *Diaptomus baccillifer* Kœlbel et de *D. serricornis* Lilljeborg est indiquée pour la première fois dans les Iles britanniques. En outre, deux *Diaptomus* sont décrits comme nouveaux, l'un sous le nom de *D. Sancti Patricii*, l'autre sous celui de *D. hircus*. La valeur de ces espèces devra être discutée avec soin de même que certaines synonymies proposées par G.-S. Brady et qui nous semblent incorrectes.

(2) Les chiffres gras placés entre parenthèses renvoient à l'*Index bibliographique*.

cement des sciences, se terminait ainsi : « *Nous exprimerons le souhait que cette notice... reste le moins longtemps possible conforme à l'état présent de la science. Cela ne tardera pas à se produire, si nos connaissances sur les Calanides d'eau douce s'accroissent pendant quelques années encore aussi vite qu'elles l'ont fait depuis 1887.* »

L'événement a justifié nos prévisions et nous pouvons signaler aujourd'hui plusieurs découvertes intéressantes faites en divers points peu explorés de l'ancien continent et surtout en Afrique.

Le Congo, les îles Canaries et l'Égypte ont fourni cinq *Diaptomus* nouveaux :

Diaptomus Loveni de Guerne et Richard		Congo.
—	*Alluaudi* de Guerne et Richard	Canaries.
—	*Galebi* Th. Barrois	Égypte.
—	*Lorteti* Th. Barrois	Id.
—	*ægyptiacus* Th. Barrois	Id.

Ces *cinq* espèces paraissent pouvoir être réduites à *trois*, au moins provisoirement, jusqu'à plus ample informé, sur *D. ægyptiacus*. Cette dernière doit être rangée parmi les formes *incertæ sedis*. Elle semble, en effet, avoir été établie d'après des exemplaires jeunes. Les figures 12 et 14 de Th. Barrois, relatives au mâle (**2**), confirment cette opinion, de même que ce fait, non ordinaire, chez les *Diaptomus*, de la grande rareté des mâles en compagnie des femelles (**3**, page 10).

Diaptomus Alluaudi décrit par nous (**4**) d'après des spécimens des Canaries, a été signalé ensuite et presque simultanément par Th. Barrois (**2**), sous le nom de *D. Lorteti* aux environs du Caire et par Daday (**5**), sous le nom de *D. unguiculatus*, en Hongrie. C'est le second exemple d'un *Diaptomus* existant à la fois en Afrique ou dans ses dépendances (Canaries) et en Europe (**5 bis**) (1).

Un troisième fait analogue, relatif au *D. Lilljeborgi* de Guerne et Richard, d'Algérie, a pu être constaté récemment grâce aux pêches faites par le Dr Raphaël Blanchard aux environs d'Antibes (Alpes-Maritimes), en avril 1891. Ce type venait à peine d'être trouvé en France que Daday en indiquait la présence à Buda-Pest (**5**).

En Asie, la découverte d'un genre nouveau est un fait particulièrement remarquable (**6**). Ce genre, représenté par une seule espèce (*Schmackeria Forbesi* Poppe et Richard) n'est connu jusqu'ici qu'aux environs de Shang-Haï, dans le lac Sitaï et à l'embouchure du Wang-Poo.

Une localité nouvelle de *Diaptomus orientalis* Brady, signalé par l'un de nous (**7**) à Sumatra, semble indiquer une relation étroite entre les représentants des Calanides d'eau douce dans l'Inde et en Australie.

En Amérique, un *Diaptomus* nouveau : *D. Deitersi* Poppe (**8**), est à

(1) Jusqu'ici *Diaptomus salinus* se trouvait seul dans ce cas.

mentionner au Brésil. C'est, avec *D. Loveni* de Guerne et Richard, du Congo (**9**), le seul type spécial nouvellement découvert dans l'Hémisphère sud.

En Europe, la Hongrie, déjà si riche en Entomostracés, fournit à elle seule deux espèces nouvelles (**5**) : *Diaptomus transylvanicus* Daday (forme très voisine de *D. graciloides)* et *D. spinosus* Daday. Daday y signale, en outre, *Diaptomus Alluaudi* (voir ci-dessus), *D. amblyodon*, *D. denticornis*, *D. Zachariasi*, *D. gracilis*, *D. cæruleus*, *D. tatricus*, *D. Lilljeborgi* (voir ci-dessus), *D. salinus*, *D. baccillifer*, *D. Wierzejskii*.

En Suisse, pour la première fois *D. baccillifer* est indiqué par Zschokke dans la région du Rhatikon (**10**).

Les recherches de Ch. Rabot en Russie et en Sibérie ont fait connaître la présence de *D. gracilis* aux environs de Kasan, de *D. graciloides* et *D. cæruleus* dans la région de l'Oural (Petchora et Volokovka). Le même voyageur a rapporté de Kasan *Heterocope saliens* Lilljeborg et trouvé pour la première fois *H. appendiculata* Sars, sur le versant asiatique de l'Oural (**11**). *Diaptomus cœruleus* est d'ailleurs mentionné à Kasan par Russki (**11 bis**).

D'intéressantes découvertes semblent du reste devoir encore être accomplies sur l'immense territoire de l'Empire russe. Tout récemment, Sovinsky a signalé aux environs de Kiew un *Diaptomus* qu'il considère comme inédit. L'espèce, décrite et figurée avec soin, n'a pas reçu de nom et nous proposons de l'appeler *D. Sovinskyi* (**12**). Un autre type, *D. caucasicus* Sovinsky, a été trouvé, aux environs de Stavropol, également par Sovinsky (**13**). Il se rapproche singulièrement de *D. salinus* dont il paraît différer uniquement par l'absence d'un bâtonnet à l'article antépénultième de l'antenne droite du mâle. C'est là un caractère dont la valeur ne semble pas suffire, en dehors de tous autres, pour distinguer une espèce. D'autant plus que si l'on admet l'identité probable des *D. caucasicus* et *D. salinus*, il importe de tenir compte du changement de milieu, *D. salinus* vivant ici dans l'eau douce contrairement à ses habitudes et pouvant subir en conséquence certaines variations (1).

Pour finir, nous signalerons en France, outre la découverte de *D. Lilljeborgi*, mentionnée ci-dessus, la présence, dans les lacs de l'Auvergne et des Pyrénées, de *D. laciniatus*. *D. gracilis* existe à l'étang de Cazau (**14**) et *Eurytemora lacinulata* Fischer est à citer pour la première fois dans notre pays, loin de la mer, à Paris même, dans les lacs du Bois de Boulogne (**15**).

(1) Cette hypothèse est justifiée par plusieurs observations démontrant la variabilité de *Diaptomus salinus*. Dans le lac de la Sénia près d'Oran, par exemple, la longueur de ce Copépode dépasse quelquefois 2 millimètres, tandis qu'à Temacin elle atteint à peine 1mm,2 (**18**). Cette variété réduite est très voisine de *D. Richardi* Schmeil, du Salzigersee en Saxe (**3**, page 117), et nous rattachons décidément cette dernière espèce au *D. salinus*.

On remarquera que le nombre des espèces du genre *Diaptomus* ne cesse de s'accroître. A ce sujet, nous appelons l'attention sur la nécessité d'un très sérieux examen des caractères soi-disant spécifiques. Il a été question plus haut de la grande analogie qui existe entre *D. caucasicus* et *D. salinus;* nous avons fait observer aussi que l'étude de *D. ægyptiacus* demanderait à être reprise. On en pourrait dire autant des quatre Calanides suivants nommés par Imhof : *D. alpinus*, *D. Guernei*, *D. helveticus*, *Heterocope Weismanni* (**16** et **17**).

Diaptomus alpinus nous paraît devoir être identifié avec *D. baccillifer* Kœlbel; il est difficile de se prononcer sur *D. Guernei* et *D. helveticus*, ces prétendues espèces n'étant pas figurées et les descriptions très courtes d'Imhof ne pouvant être acceptées comme suffisantes (1). *Heterocope Weismanni*, enfin, n'est autre chose que *H. saliens* Lilljeborg Imhof discute d'ailleurs à propos de cette forme sur des dessins et sur des textes. Ajoutons que les types mêmes des espèces *nommées* par ce zoologiste et qu'il serait si nécessaire d'étudier sur nature, semblent ne pouvoir être obtenus de lui en communication par aucun de ses collègues.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

(**1**) De Guerne et Richard, *La distribution géographique des Calanides d'eau douce.* (Assoc. franç. Av. Sc., Congrès de Paris, 1889.)

(**2**) Théodore Barrois, *Sur trois* Diaptomus *nouveaux des environs du Caire.* (Revue biolog. du nord de la France, III, nos 6, 7 et 8, mars-mai 1891.)

(**3**) De Guerne et Richard, *Révision des Calanides d'eau douce.* (Mém. Soc. zool. de France, II, 1889.)

(**4**) De Guerne et Richard, *Description du* Diaptomus Alluaudi *n. sp., recueilli par M. Alluaud dans un réservoir d'eau douce à Lanzarote (Canaries).* (Bullet. Soc. zool. de France, XV, séance du 28 octobre 1890.)

(**5**) Daday, *Conspectus Diaptomorum faunæ hungaricæ.* (Természet. Füzetek, XIII, 4e part., 1890, paru à la fin d'avril 1891.)

(**5 bis**) De Guerne et Richard, *Synonymie et distribution géographique de* Diaptomus Alluaudi (Bullet. Soc. zool. France, XVI, séance du 28 juillet 1891.)

(**6**) Poppe et Richard, *Description du* Schmackeria Forbesi *n. gen. et sp., Calanide nouveau recueilli par M. Schmacker dans les eaux douces des environs de Shanghaï.* (Mém. Soc. zool. de France, III, 1890.)

(**7**) Richard, *Entomostracés d'eau douce de Sumatra et des Célèbes,* I, *Phyllopodes, Cladocères et Copépodes.* (Zoolog. Ergebn. einer Reise in Niederl. Ostindien, II, 1891.)

(**8**) Poppe, *Ein neues* Diaptomus *aus Bräsilien.* (Zoolog. Anzeig, XIV, no 368, 1891.)

(**9**) De Guerne et Richard, *Diagnose d'un* Diaptomus *nouveau du Congo.* (Bullet. Soc. zool. de France, XV, séance du 28 octobre 1890.)

(**10**) Zschokke, *Die zweite zoologische Excursion an die Seen des Rhatikon.* (Verhandl. Naturforsch. Gesellsch. Basel, IX, 2e part., 1891.)

(1) Imhof attache une importance exagérée à des caractères d'une valeur relative.

(**11**) De Guerne et Richard, *Entomostracés recueillis par M. Charles Rabot en Russie et en Sibérie (Gouvernements de Kasan, de Perm, de Vologda et de Tobolsk.)* (Bullet. Soc. zool. de France, XVI, séance du 27 octobre 1891.)

(**11 bis**) Russki, *La faune pélagique du lac de Kabane.* (Trav. Soc. imp. des natural. de l'Université de Kasan, XIX, 1889.) En russe (1).

(**12**) Sovinsky, *Matériaux pour la faune des Crustacés d'eau douce du sud-ouest de la Russie.* (Mém. Soc. imp. des natural. de Kiew, XI, 1891.) En russe.

(**13**) Sovinsky, *Sur une espèce nouvelle du genre* Diaptomus *provenant du lac de Ribnoë, à 20 verstes de Stavropol.* (Ibid., XI, 1891.) En russe.

(**14**) De Guerne et Richard, *Entomostracés, Rotifères et Protozoaires provenant des récoltes de M. E. Belloc dans les étangs de Cazau et d'Hourtins (Gironde).* (Bullet. Soc. zool. de France, XVI, séance du 28 avril 1891.)

(**15**) Richard, *Recherches sur le système glandulaire et sur le système nerveux des Copépodes libres d'eau douce, suivies d'une Révision des espèces de ce groupe qui vivent en France.* (Ann. Sc. nat. Zool. 7e série, XII, 1891.)

(**16**) Imhof, *Notizen über die Süsswasser-Calaniden.* (Zoolog. Anzeig. XIII, nos 349 et 350, 1890.)

(**17**) Imhof, *Uber die pelagische Fauna einiger Seen des Schwarzwaldes.* (Ibid., XIV, no 355, 1891.)

(**18**) Blanchard et Richard, *Faune des lacs salés d'Algérie : Cladocères et Copépodes.* (Mém. Soc. Zool. de France, IV, 1891.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

Fig. 1 à 6. *Diaptomus Alluaudi* de Guerne et Richard (**2**) (2).
— 1. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 2. Patte de la 5e paire, ♀.
— 3. Dernier anneau thoracique vu par dessus, ♀.
— 4. Abdomen vu du côté gauche, ♀.
— 5. Abdomen vu par dessus, ♂.
— 6. Articles terminaux de l'antenne droite, ♂.
— 7 à 9. *Diaptomus Loveni* de Guerne et Richard.
— 7. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 8. Patte de la 5e paire, ♀.
— 9. Articles terminaux de l'antenne droite, ♂.
— 10 à 12. *Diaptomus Deitersi* Poppe (**8**).
— 10. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 11. Patte de la 5e paire, ♀.
— 12. Abdomen, ♀.
— 13 à 15. *Diaptomus Galebi* Th. Barrois (**2**).
Fig. 13. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 14. Patte de la 5e paire, ♀.
— 15. Articles terminaux de l'antenne droite, ♂.
— 16 à 20. *Diaptomus spinosus* Daday (**5**).
— 16. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 17. Patte de la 5e paire, ♀.
— 18. Derniers anneaux thoraciques et premiers anneaux de l'abdomen, côté droit, ♂.
— 19. Les mêmes parties, côté gauche, ♂.
— 21 et 22. *Diaptomus Sovinskyi* de Guerne et Richard (**12**).
— 21. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 22. Patte de la 5e paire, ♀.
— 23. *Poppella Guernei* Richard, patte de la 5e paire, ♀ (**3**).
— 24 et 25. *Schmackeria Forbesi* Poppe et Richard (**6**).
— 24. Pattes de la 5e paire, ♂.
— 25. Patte de la 5e paire, ♀.

(1) Nous transcrivons en français le titre des Mémoires publiés en russe, contrairement à l'habitude inexplicable qu'ont plusieurs de nos compatriotes de les donner en allemand.

(2) Voir l'*Index bibliographique.* Les chiffres gras renvoient aux Mémoires d'où les figures sont extraites, quand tel est le cas.

M. Paul PALLARY

Professeur, à Oran.

ÉTAT DU PRÉHISTORIQUE DANS LE DÉPARTEMENT D'ORAN

— Séance du 18 septembre 1891 —

Nous ne possédons pas encore assez de matériaux pour pouvoir fournir sur le préhistorique algérien une étude approfondie : aussi nous bornerons-nous à ne donner pour cette fois que quelques indications générales sur l'ensemble des stations. Cet aperçu servira d'introduction au *Catalogue* que nous publions ci-après.

Les découvertes faites jusqu'à ce jour permettent d'établir ainsi qu'il suit la série paléoethnologique dans le département d'Oran :

1° Chelléen ; 2° Moustérien ; 3° Néolithique ; 4° Berbère ou Numide.

Nous allons étudier rapidement les caractères principaux des ces industries.

1° *Chelléen.* — Trois types bien constants caractérisent cette époque : le premier n'est autre que le coup de poing dit : hache, généralement en grès, en quartzite ou en calcaire, taillé sur les deux faces ou sur une seule. Le second type s'écarte de la forme ordinaire : il est de forme quadrangulaire et éclaté seulement sur une seule face. Le troisième type est beaucoup plus simple et beaucoup plus fréquent : c'est une simple moitié de galet en grès dur taillée sur une face, la face d'éclatement restant lisse et dont le pourtour seul a subi quelques fortes retouches. La base de l'instrument est brute (1).

Des éclats de silex et de grès quartziteux bruts ou retouchés grossièrement accompagnent ces outils (Palikao). Il y a aussi de fortes présomptions pour croire que les cornes d'antilope, défenses d'hippopotames ou autres étaient utilisées comme armes concurremment avec les instruments bruts.

La faune de cette époque est très remarquable : elle est entièrement spéciale au pays et prouve assez, par cela même, que l'hypothèse de la

(1) Le type que nous décrivons ici se retrouve en France, à Fonsorbes (20 kilomètres de Toulouse), sur la troisième terrasse de la Garonne. A côté de types semblables à ceux trouvés dans les gisements connus, se trouvent des sortes de disques formés d'une face plane obtenue par cassure et sans retouches. Les bords, au contraire, ont été retouchés, mais les éclats portent sur la face brute du caillou. Le gisement de Fonsorbes contient presque exclusivement des objets taillés suivant ce type et ce n'est qu'exceptionnellement que l'on y rencontre des spécimens taillés en amande (E. Trutat).

jonction du sud de l'Espagne au nord de l'Afrique à l'époque quaternaire est erronée.

Nous connaissons trois gisements en place de cette époque : Palikao, Ouzidan et Saint-Aimé. Il faut très probablement y joindre aussi celui d'Aboukir.

Dans ces dernières années, quatre découvertes d'outils chelléens en plein air ont été faites.

2° *Moustérien.* — Les objets trouvés dans des dépôts et caractérisant sûrement les autres époques quaternaires sont très rares. Nous ne possédons que six localités où le doute ne peut être permis (Oran et Aïn-el-Turk (grottes), Aboukir, Ras-el-Ma, Palikao). Les outils ne sont pas différents des types connus : la faune est rare.

Des lames ou éclats de silex retaillés en forme de feuilles de laurier ont été signalés sur quelques points, mais l'absence de faune ne permet pas d'affirmer que cette industrie soit antérieure à la pierre polie.

Il y a entre le moustérien et le néolithique une profonde lacune que nous n'avons encore pu réussir à combler. Nous espérons que les fouilles des grottes nous donneront des indications plus précises que celles fournies par les stations en plein air.

3° *Néolithique.* — Les couches supérieures des grottes d'Oran, celle du plateau de Ras-el-Ma et celle de la sablière d'Aboukir caractérisent bien cette époque. L'instrument typique est la hache en grès dur, quartzite ou roches dioritiques en forme de boudin ou de bourrelet. Le tranchant seul est poli, le reste est piqueté très soigneusement. Cet outil atteint parfois d'assez fortes dimensions (30 centimètres, Mascara).

Avec ces haches on trouve des pointes de flèches, de lances, des racloirs et une série d'outils presque toujours taillés sur une seule face. Quatorze stations ont pu être classées avec certitude dans cette série.

Les découvertes de haches polies isolées sont plus nombreuses : nous en connaissons seulement vingt et une ; mais ce nombre peut être doublé sans exagération, car plusieurs personnes possédaient de ces outils égarés ou brisés depuis.

A Lamoricière, des haches polies ont été trouvées dans les ruines romaines. Nous connaissons un exemple d'un de ces outils faisant partie d'une maçonnerie de l'époque romaine.

Sur les cinquante stations d'époques indéterminées, la majorité doit appartenir à la période néolithique, car les armes de jet y sont très communes. Il est très rare de trouver les objets en place ; on les voit à fleur de terre ou à une faible profondeur. La faune manque totalement.

Ce qui frappe surtout dans les stations en plein air, c'est leur position et la diversité des matières qui ont servi à la fabrication des armes ou des outils.

A l'âge de la pierre, les habitants du pays recherchaient surtout les promontoires ou langues de terrain formant un éperon, taillés à pic sur presque tous les bords et accessibles d'un côté seulement : les autres côtés étaient protégés soit par un cours d'eau, soit par la mer.

Cette préoccupation de la défense apparaît dès le quaternaire. A Ouzidan, elle est bien apparente. Au champ de manœuvres de Mascara, à Saïda, à Méchérasfa, Frenda, Tiaret, des stations plus récentes sont situées sur de pareils endroits. Sur le littoral (Canastel, Krichtel, Karouba), les hommes de l'âge de la pierre se retranchaient sur des plateaux culminants bordés du côté de la mer par des falaises très élevées (232 et 251 mètres à pic) : on ne pouvait accéder au campement que par un seul endroit. Des points où ils se plaçaient on pouvait surveiller la côte sur une vaste étendue.

Cette stratégie préhistorique est même si constante qu'elle nous sert de règle pour la recherche des stations.

L'usage de la pierre polie et du bronze ne semble pas avoir eu une longue durée en Algérie. Le voisinage de l'Égypte a dû influer sur ces civilisations et réduire leur durée en faisant connaître de bonne heure les métaux et en amenant l'introduction du fer presque immédiatement après la pierre polie.

D'ailleurs, l'usage des instruments en pierre semble avoir subsisté concurremment avec les métaux et nous ne sommes pas éloignés de croire que cet usage se soit perpétué jusqu'à l'époque romaine. Il n'est pas rare, en effet, de trouver dans les ruines berbères des silex taillés. Des recherches ultérieures éclairciront ce point.

Nous ne savons rien encore sur les sépultures de l'âge de la pierre polie. Si l'on en excepte les grottes d'Oran, nous n'avons qu'une seule donnée : deux découvertes de haches plates dans de petits tumulus à gradins situés au M'sabia.

4° *Berbère ou numide.* — Nous classons dans la période berbère deux groupes de sépultures qu'il sera nécessaire de subdiviser encore. Le premier groupe comprend de grands tertres *(chouchas)*, des enceintes circulaires ou rectangulaires en pierre, des tours, des tombes ressemblant aux dolmens caractérisées par la constance de l'inhumation dans des tombelles en pierre. Le second groupe accompagne constamment ces ruines et comprend des petits tumulus sans tombelle : le cadavre se trouve toujours accroupi. Ces tumulus sont les nécropoles des cités berbères : on y a trouvé du fer, des poteries et des ossements d'animaux. A l'époque de l'occupation romaine, les autochtones enterraient encore sous les tumulus.

Vingt-sept groupes de tumulus et trente-deux groupes de ruines berbères sont connus à ce jour dans notre département ; mais ce nombre est très inférieur à la réalité.

Les archéologues auront à déterminer l'âge exact des djedar et d'autres tombeaux de caractère incertain.

Les ruines berbères, comme les principales stations préhistoriques, sont placées sur des sommets ou des plateaux très escarpés et difficilement accessibles. Elles n'offrent pas de caractères bien tranchés : on y voit des restes de murs d'enceinte, des débris de maisons. On n'y trouve que de très rares objets en métal et des débris de poterie. Dans tout le département, il n'a été relevé que trois inscriptions berbères, dont l'une seulement se trouvait encore dans les ruines (Saïda).

L'état des découvertes faites jusqu'à ce jour dans le département d'Oran peut être résumé dans le tableau suivant :

	ARRONDISSEMENTS DE						TOTAL
	Oran	Mostaganem	Mascara	Bel-Abbès	Tlemcen	Sud oranais	
Chelléen en place . .	»	1	1	»	1	»	3
Chelléen à la surface.	1	»	2	»	1	»	4
Autres stations quaternaires	2	2	2	»	»	»	6
Stations néolithiques .	6	1	5	»	2	»	14
Découvertes de haches polies isolées. . . .	2	2	4	3	8	2	21
Stations non classées.	18	3	14	10	1	4	50
Groupe de tumulus. .	7	1	12	3	3	1	27
Autres tombeaux. . .	1	1	7	10	1	»	20
Ruines berbères . . .	1	»	26	4	1	»	32

CATALOGUE DES STATIONS PRÉHISTORIQUES DU DÉPARTEMENT D'ORAN

NOTES PRÉALABLES

Pour les noms de localités, la transcription indigène, telle qu'elle nous a été fournie par M. L. Guin, a été adoptée.

Chaque fois que l'orthographe officielle n'était pas la transcription exacte de l'appellation indigène, cette dernière a été inscrite entre parenthèses.

Nous avons adopté aussi les abréviations suivantes :

(E. T. 50 m.), (E. T. 400 m.), (E. T. 800 m.) pour : Cartes de l'État-major (Dépôt de la guerre — Département d'Oran) aux 50.000e, 400.000e (feuille nord) et 800.000e.

(Flle 127) = Feuille 127. Indique le numéro de la feuille de la carte au 50.000e.

(Auc. ment.) = Aucune mention sur les cartes aux 400 et 800.000e pour les régions où la carte au 50.000e n'a pas encore été levée.

Un nom de localité non suivi d'abréviations indique que cette localité est portée sur les trois cartes désignées.

Un nom suivi d'une des trois abréviations veut dire que ce nom ne se trouve seulement que sur la carte mentionnée.

Caverne, grotte ou abri. — Tumulus. — S.T. Silex taillés. — Station. — Atelier. — Le terme + suivant un de ces signes signifie : plusieurs.

Nous avons adopté, pour chaque localité, une série de quatre numéros. Le n° 1 fixe la position de la localité. Le n° 2 indique la nature de la découverte et son âge. Le n° 3 mentionne l'auteur et la date de la découverte. Le n° 4 donne les indications bibliographiques nécessaires.

ARRONDISSEMENT D'ORAN

Aïn-Aferd'. — 1. (Fᵘᵉ 211 : Aïn-Afferd.) 20 kil. S.-O. de Saint-Denis-du-Sig. — 2. Silex et quartzites isolés près de la source. — ⌓ sur diverses éminences du plateau de Sidi-ben-Gadda et sur les crêtes qui dominent la vallée de l'O. Sidi-Mebtoné (O. Mékerra). — 3. M. G. Carrière, 1887. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 356 et 359.

Aïn-Bridia (par corruption Brédéah). — 1. (Fᵘᵉ 180.) 31 kil. S.-O. d'Oran, ligne d'Aïn-Témouchent. — 2. Hache polie ramenée du fond du marais pendant le curage (Musée d'Oran). — 3. M. Girard, 1891.

Aïn-el-Turk (Aïann et Terk'). — 1. (Fᵘᵉ 153.) Entre Mers-el-Kébir et Aïn-el-Turk, à la limite des deux communes, sur le bord de la mer et à 13 kil. N.-O. d'Oran. — 2. ▮ quaternaire à brèche très dure. Outils en quartzite. Grands bœufs, antilope, rhinocéros (Musée d'Oran). — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Toulouse, I, p. 295. — *Matériaux*, 1888, p. 203.

1. 18 kil. N.-O. d'Oran. — 2. S.T. aux environs du village (Musée d'Oran. — 3. M. Pallary, 1886.

Aïn-Témouchent. — 1. (Fᵘᵉ 209.) 76 kil. S.-O. d'Oran, voie ferrée. — 2. S. T. — 3. M. Feningre. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, I, p 203.

Arbal (Ar'bal). — 1. (Fᵘᵉ 181.) 27 kil. S.-E. d'Oran, ligne d'Alger. — 2. ⌓ sur la crête de la chaîne à gauche de la station d'Arbal. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 359.

Arcole. — 1. (Fᵘᵉ 153.) 7. kil. E. d'Oran. — 2. S. T. dans les vignes en se rapprochant du littoral. — 3. M. Carrière, 1886.

Arzew (E Reziou). — 1. (Fᵘᵉ 127.) — 2. S. T. dans les champs en allant vers Damesme. — 3. M. Pallary, 1888.

Canastel (Ahmeur Dekenah). — 1. (Fᵘᵉ 153.) 10 kilom. E. d'Oran. — 2. ◆ Autour de la pointe, sur le plateau. Station importante. — 3. M. Pallary, 1890.

Chabet-el-Lham (Chalet-el-Lahm, E. M. 800ᵉ). — 1. (Fᵘᵉ 209.) 6 kil. N.-O. d'Aïn-Témouchent, sur la ligne d'Oran. — 2. S. T. dans les environs. — 3. M. Pallary, 1886.

Dar de ben Aoudah. — 1. (Fᵘᵉ 182.) 15 kil. S. E. du Tlélat. — 2. Quartzites taillés. ⌓ à Ben-Aoudah et à El-Ksar, près de l'ancien télégraphe. — 3. M. Carrière, 1888. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 356 et 359.

Habra (barrage de l'). — 1. (Fᵘᵉ 183.) 12 kil. S. de Perrégaux, sur la voie ferrée. — 2. ✡ entre la forêt d'Ismael et le barrage. S.-T. sur la rive gauche de l'O. Fergoug entre le barrage et le chemin de Mascara. — 3. M. Daleau, 1881. — 4. *Bull. Soc. Arch. Bordeaux*, juin 1881. — *Matériaux*, 1881, p. 323.

Krichtel. — 1. (Fᵘᵉ 127.) 20 kil. N.-E. d'Oran. — 2. Entre Canastel et Krichtel sur les mamelons, silex et quartzites épars. — Après avoir dépassé la montagne des Lions (dj. Khaar) à droite. ▮ 3. Sur le plateau de Krichtel, au-dessus d'Aïn-Sichoun ✡. — 3. M. Pallary, 1890.

La Mare d'Eau. — N'est pas portée sur (E.M. 50 m.), mais l'Ougaz s'y trouve.

— 1. (Flle 182.) 40 kil. S.-E. d'Oran, ligne d'Alger. — 2. ⏢+ au-dessus de la station du chemin de fer, au S.-O. de l'Ougaz à Hammar-Melloula. — 3. M. G. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 359.

LA SÉNIA (Es-Sénia). — 1. (Flle 153.) 6 kil. S.-O. d'Oran, sur la ligne du Tlélat. — 2. S. T. propriété Rousson (6 k. O.) près du Mt de Si-bel-Azereg. — 3. M. Pallary, 1890.

LE TLÉLAT (Sainte-Barbe-du-Tlélat). — 1. (Flle 182.) 26 kil. S.-E. d'Oran, sur la ligne d'Alger. — 2. ⏢+ dans la forêt de Muley-Ismael, à El-Djira, près du point trigonométrique et sommets voisins (voir Saint-Lucien). — 3. M. G. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 359.

MERS-EL-KÉBIR. — 1. (Flle 153). Entre Mers-el-Kébir et Aïn-el-Turk, à 11 kil. d'Oran, sur le bord gauche de la nouvelle route. — 2. 🔔+ probablement synchroniques de celles d'Oran (Musée d'Oran). — 3. M. Pallary, 1888.

MZAÏTA (dj.). (Mezaïta).— 1. (Flle 180.) Entre Lourmel et la mer, 50 kil. S.-O. d'Oran. — 2. ✡ En dessous de route, côté gauche, sur les bords du ruisseau, en allant de Lourmel au Polygone. — 3. M. Flamand, 1887.— 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 357.

MISSERGHIN (Messerguin). — 1. (Flle 153.) 20 kil. S.-O. d'Oran, ligne d'Aïn-Témouchent. — 2. Au-dessus des moulins des Frères (Grand ravin), R. B. sur deux mamelons. — 3. *Oran et l'Algérie en 1887*, t. I, p. 167.

M'SABIA (dj.). Dj. Benisaabia (E.M. 800 m.). Dj. Ben-Mesabia (E.M. 400 m.). Mt Sabiha (E. M. 50 m.). — 1. (Flles 152 et 153.) 30 kil. O. d'Oran, route de Bou-Sfer à Misserghin. — 2. Dans les propriétés Cély et Décugis, petits mégalithes en forme de tumulus à gradins dans lesquels on a trouvé des haches polies (Musée des mines d'Oran). — 3. Signalé par M. Pomel.

ORAN. — 1. (Flle 153.) — 2. ♦ ✡ Plateau du Merdjadjou (Mourdhadjo). Polygone de tir d'Eckmühl-Noiseux. Plateaux de Gambetta et sur un rayon de 4 kil. autour de la ville (Musée d'Oran). — 3. MM. Carrière et Pallary, 1885. — 4. *L'Homme*, fév. 1886, p. 81. — *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1886, p. 147 à 149. — *Etudes orient. et afr.*, Paris, 1888, p. 82 à 86. — *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 358, et pl. VII, fig. 5 à 12.

1. 🔔+ Polygone, 5 kil. — Troglodytes, 5 kil. et demi. — Noiseux, 5 kil. et demi. — Planteurs, 2 kil. — Chabet-Choufil, 7 kil. — Dj. Mekaad-el-Bey, Dj. Djefri (Musée d'Oran).

4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1886, p. 146. — *L'Homme*, Paris, 1886, p. 81. — *Etudes orient. et afr.*, Paris, 1888, p. 81, 82 et 86. — *Ass. fr. p. av. des sciences*, Toulouse, t. I, p. 295; Oran, t. I, p. 200 et 206, t. II, p. 358 et pl. VII, fig. 3 et 4; Marseille, t. I et II, *Matériaux*, 1888, p. 203 et 209. — *Bull. Soc. Anthr. Lyon*, 1888, p. 165 et 166.

OUED-FERGOUG. — Voir Habra.

PERRÉGAUX. — 1. (Flle 183.) A l'intersection des lignes d'Alger et d'Aïn-Sefra, à 76 kil. d'Oran et à 51 d'Arzew. — 2. ✡ sur le mamelon du Col des Juifs, à 2 kil. env. de Perrégaux. — 3. M. Daleau, 1887.— 4. *Bull. Soc. Arch. Bordeaux*, juin 1881.

SIDI-MAROUF. — 1. (Flle 153.) 10 kil. S.-E. route d'Oran à Saint-Cloud. — 2. ✡ de peu d'étendue sur les bords de la mare et des sources. Ossements, coquilles marines et terrestres. — 3. M. Pallary, 1890.

SAINT-ANDRÉ DE MERS-EL-KÉBIR. — 1. (Flle 153.) 8 kil. O. d'Oran.— 2. Outils

chelléens à la surface (Musée d'Oran). Ravin de la Plâtrière. — 3. M. Pallary, 1887.

Saint-Cloud. — 1. (Flles 127 et 154.) 29 kil. N.-E. d'Oran, route d'Arzew. — 2. ✡ entre Saint-Cloud et Krichtel. S. T. dans le camp de bivouac. — 3. M. Pallary, 1890.

Saint-Leu (Bettioua). — 1. (Flle 127.) 7 kil. d'Arzew, ligne d'Aïn-Sefra. — S. T. près du littoral sur les mamelons qui bordent la route jusqu'à Port-aux-Poules. — 3. M. Pallary, 1890.

Saint-Lucien. — 1. (Flle 182.) 6 kil. S. du Tlélat, ligne d'Alger. — 2. Quartzites et S. T. grossiers entre l'O. Tlélat et l'ancien télégraphe du Tlélat. — 3. M. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences,* Oran, II, p. 356.

Sainte-Barbe-du-Tlélat. — Voir : Le Tlélat.

Tafaroui (Taferaoui). — 1. (Flle 181.) 12 kil. env. S.-E. du Tlélat. — 2. ⌓⁺ Au-dessus du village, entre Aïn-Gouraï et l'O. El-Onghel et aux abords de Aïn-bel-Hadef. — 3. M. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences,* Oran, II, p. 360.

ARRONDISSEMENT DE MOSTAGANEM

Aboukir. — 1. (Flle 128.) Entre Mostaganem et Relizane, à 13 kil. S.-O. de la première ville. — 2. ✡ quaternaire au N.-E. du village (propr. Ayraud), avec calcaires taillés à grands éclats et bouts de silex rarement retouchés. Faune à *Elep. atlanticus* (Pomel), Rhinocéros (Musée d'Oran, École sup. des sciences d'Alger). La couche supérieure est néolithique. — ▮² près de la sablière : silex, lames, pointes, racloirs, haches polies. — 3. MM. Pomel, 1884, et Pallary, 1886. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences,* Grenoble, t. I. — *Bull. Soc. Géog. Oran,* janv.-mars, 1887. — *Ass. fr. p. av. des sciences,* Oran, II, p. 212.

Beni-Zéroual. — 1. (Flle 104.) Dans le Dahra, entre Renault, Cassaigne et le Chéliff. — 2. ▮⁺. Haches polies en diorite. — 3. M. J. Baills. — 4. *Oran et l'Algérie* en 1887, I, p. 306.

Karouba (El Kherouba). — 1. (Flle 128.) 4 kil. 5 env. N.-E. de Mostaganem. — 2. ✡ néolithique à quartzites taillés sur la corniche quaternaire qui environne le marabout de Sidi-Mohammed-Medjoub. — 3. M. Pallary, 1890.

La Salamandre. — 1. (Flle 128.) — 2. Plusieurs foyers avec lames de silex et coquilles à 1 kil. S.-O. de Mostaganem, au point de jonction de la 3e ravine avec le bord de la falaise (après avoir dépassé l'abattoir). — 3. M. Pallary, 1890.

Retaïmia. — 1. (Auc. ment.). Douar-commune d'Abd-el-Gouï, commune d'Inkermann. — 2. Grotte franchement moustérienne avec pointes et racloirs (Musée d'Oran). — 3. Fouillée en 1891.

Saint-Aimé de la Djedioüia ou simplement Saint-Aimé ou la Djidiouia. — 1. (Flle 156.) Sur la ligne d'Alger à 159 kil. N.-E. d'Oran. — 2. Outils chelléens près du barrage. Dans les environs, hachette chelléenne. ▮⁺ avec poteries et lances de fer. — 3. M. Mille, ing., 1876. — 4. Bleicher, *Découvertes faites en Algérie. — Matériaux,* 1876, p. 47.

Tiaret. — 1. 197 kil. S.-E. de Mostaganem avec qui Tiaret est relié par une voie ferrée. — 2. ✡ ♦ dans les environs. — Dolmen (?) et tumulus sur le dj. Manahoun, bassin supérieur de l'O. Riou. — Rocher gravé avec cuvettes (connu dans le pays sous le nom de pierre à sacrifices ou rocher du sang), à Kh'allout-er-R'alem, sur la route de Takdempt à la Rahaouïa. — Dolmen naturel de Tiaret à 2 ou 300 m. de Guertoufa. — 3. MM. Derrien,

Pallary et Tommasini. — 4. *Bull. Soc. Anthr. Paris.* (Broca, Dolmen de Tiaret), 1875. — *Bull. Soc. d'Ethn. de Paris,* mars 1887, p. 64.

ARRONDISSEMENT DE MASCARA

Aïad (dj.) (auc. ment.). — 1. Chez les Ouahiba, 8 à 10 kil. S.-O. de Saïda, à 4 kil. env. O. d'Aïn-el-Hadjar, en face et au-dessous d'Aïn-el-Mana' (E. M. 400 m. : S. Mannat). — 2. Sur le sommet au lieu dit : Hassi et T'amma S. T. (M. Pomel). — R. B. (Kherba.) — ⌓. — Tombes anciennes. — 3. M. Pallary, 1890.

Aïn-Baloul ou Balloul (E. M.). — 1. Route de Palikao à Medjharef, 32 kil. E. de Mascara. — 2. Dans les sables qui entourent la source, S. T. — 3. M. Pallary, 1886.

Aïn-el-Guergour (E. M. 800 m.: O. Guergour). — 1. Entre Zélamta et Bou-Noual (Mascara-Frenda) 8 kil. de Zélamta, 12 de Bou-Noual. — 2. S. T. près des ruines. — 3. M. Feningre (sous le nom de Kar-Kov). — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences,* Oran, I, p. 203.

Aïn-Farès (Aïn-el-Fers). — 1. 15 kil. N.-E. de Mascara. — 2. S. T. à la surface ou à une faible profondeur. — Haches polies en grès ou quartzite (Musées d'Oran et de Saint-Germain). — 3. M. Tommasini.

Aïn-Fekan. — 1. 22 kil. S.-O. de Mascara. — 2. En aval et à quelques kil. du village, R. B. — 3. M. Tommasini.

Aïn-Sultan. — 1. 26 kil. environ N.-E. de Saïda, 22 S.-E. de Franchetti. — 2. S. T. près de la source. — R. B. (?) — 3. M. Tommasini, 1882.

Aïn-Timet'las (E. M. 800 m.). — 1. 35 kil. S. de Saïda entre Aïn-el-Hadjar et Kralfallah. — 2. S. T. à la surface du sol. — R. B. et ⌓⁺. — 3. M. Pallary, 1886.

Aïn-Tizi. — 1. (Fˡˡᵉ 212.) 100 kil. S. d'Arzew, 12 kil. S.-O. de Mascara. Voie ferrée. — 2. Source d'Aïn-Tizi, 4 kil. du village, ⌓⁺ à l'E. de la source et sur les crêtes qui bordent la plaine d'Eghris. — 3. M. Tommasini, 1881. — 4. *Bull. Soc. Ethn. de Paris,* mars 1887, p. 58. — *Matériaux,* 1887, p. 451.

Benia du Nador (Le dj. Nador est indiqué sur les deux cartes). — 1. Au fond d'une vallée du dj. Nador, 21 kil. S.-E. de Tiaret. — 2. S. T. à Bénia et les environs. — 3. L. Demaeght. — 4. *Oran et l'Algérie,* 1887, I, p. 205.

El-Bordj. — 1. (Fˡˡᵉ 184.) — 12 kil. environ N. de Palikao. — 2. En allant sur Kalaa et au lieu dit : Messerata (E. M. 400 m.) ⌓⁺ : haches polies, disques en silex avec ouverture au centre (Musée de Saint-Germain). — 3. M. Tommasini, 1882. — 4. *Études orient. et afric.,* Paris, 1888, p. 90.

Fort'Assa. — 1. (Fˡˡᵉ 214.) 60 kil. N.-E. de Mascara. Ligne de Tiaret. 78 kil. de cette ville. — 2. S. T. rares et haches polies. — 3. M. Porcher.

Franchetti. — 1. 45 kil. S. de Mascara, 26 kil. N. de Saïda. Voie ferrée. — 2. Sur la rive gauche de l'O. Ramel (O. Saïda) : S. T., poteries. R. B, ⌓⁺. — 3. M. Pallary, 1886. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran,* mars 1887, p. 51.

Frenda. — 1. 105 kil. S.-E. de Mascara, 56 kil. S.-O. de Tiaret. — 2. Djedar sur le Lachdar (E. M. 400 m.), dj. Hadjar, dj. Djedar, dj. Haraouï (N.-E. de Frenda. Auc. ment.). — Près des djedar ⌓⁺. L'un d'eux fouillé par M. Mac-Carthy, d'Alger, a fourni une espèce de casse-tête et des objets en bronze. — R. B. sur le territoire des O. Sidi-Khaled au S.-E. de Frenda. — 4. Montgravier, *Les tumulus de Lachdar,* Paris, 1844. — Henri Bernard, *Les djedar de Fren-*

dah, in *Revue afric.*, Alger, 1856. — Bordier, *Ibid.*, in *Revue afric.*, t. IX. — Guénard, *Les djedar de Frendah*, in *Bull. Soc. Géog., Oran*, 1882, p. 264. — R. de la Blanchère, *Voyage d'étude dans une partie de la Mauritanie césarienne*, p. 77 et suiv. — Wagner et Cherbonneau, *Monum. du dj. Hadjar*, in *Bull. Soc. Géogr.*, Oran, 1882. — *Bull. Soc. d'Ethn. de Paris*, mars 1887, page 62. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

K'ELIA (auc. ment.), R. B. à K'elia', chez les Djelar'ma, près du marabout de Sidi-Abd-el-A'd'in, au N.-O. de Charrier, entre ce village et Taria.

LA GUETHNA (El Guet'na) (auc. ment.). — 1. 30 kil. de Perrégaux, ligne d'Aïn-Sefra. — 2. Sur la rive gauche de l'O. El-Hammam, ⌓ tronc conique dont le sommet est bordé par des pierres dressées. — 3. M. Tommasini, 1881. — 4. *Bull. Soc. Anthr.*, Paris, juill. 1882. — *Bull. Soc. d'Ethnog. de Paris*, mars 1887, p. 61. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

MAOUSSA ou La Maoussa (E. M., 400 m.). — 1. 12 kil. E. de Mascara, route de Palikao. — 2. Sur les bords de la riv. S. T. et haches polies. — 3. Collection de M. Feningre. — 4. *Assoc. franç. p. avanc. sciences*, Oran, II, p. 355 et pl. VII, fig. 1 et 2.

MASCARA (Maskara.) — 1. (F^lle 212.) — Champ de manœuvres de la cavalerie, sur la vieille route de Tiaret, 2 kil. env. de Mascara : ✡ importante (Musée d'Oran). — Voir Ras-el-Ma. — 3. M. Tommasini. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, mars 1887, p. 53. — *Études orient. et afric.*, Paris, 1888, p. 92.

MATTÉMORE (Met'mer). (E. M. 400 m.). — 1. 9 kil. S.-E. de Mascara (direction de Cacherou). — 2. Hache polie (Musée de Saint-Germain), — R. B. ⌓⁺ dans le communal et sur les hauteurs voisines. La fouille d'un tumulus a donné une pointe de javelot en fer (Musée d'Oran). — 3. M. Tommasini, 1882. — 4. *Bull. Soc. d'Ethn. de Paris*, mars 1887, p. 58. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

MÉCHERA-SFA (Mechera'es sfia). — 1. 35 kil. S.-O. de Tiaret, 87 kil. S.-E. de Relizane, sur la Mina, ligne de Mostaganem-Tiaret. — 2. Ancienne cité berbère très importante avec nécropoles à ⌓⁺., tours et sépultures ayant l'aspect extérieur des dolmens. — 3. M. Tommasini. — 4. *Bull. Antiq. afric.*, Oran, 1882, p. 150. — *Id.*, fasc. IX, p. 286. — R. de la Blanchère, *Les Souama de Mecherasfa*, Rome, 1882. — *Bull. Soc. Géog. Oran*, n° 14. — *Id.* 1884, p. 288. — Héron de Villefosse, *Les Souama de Mecherasfa*, in *Bull. Soc. Géog., Oran*, 1885, p. 188. — *Bull. Soc. d'Ethn. de Paris*, mars 1887, p. 62 et 63. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

MEDJHAREF (Nedjaref). — 1. (F^lle 214.) Sur la route de Mascara à Tiaret, à 44 kil. à l'E. de Mascara. — 2. Après le caravansérail, au col et sur la droite de la route : ⌓⁺. — A gauche, sur un mamelon, constructions en pierres non cimentées et ayant l'aspect de tours rondes. — 3. M. Tommasini. — 4. *Bull. Soc. d'Ethn. de Paris*, mars 1887, p. 58 et 59. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

OUED-TARIA, ou simplement : Taria. Les cartes écrivent : Traria. — 1. (F^lle 243.) 27 kil. S. de Mascara, ligne de Saïda. — 2. Entre l'Ouizert et Taria : S. T. — Vestiges d'enceintes circulaires. — R. B., à Kerkab, chez les Ouled Khaled, douar-commune de Oum-ed'-d'ebab, près de la rive gauche de l'O. Taria, au S.-E. de Bénian (auc. ment.). — Au N.-E. de Kerkab, autres R. B. (d°). — Au S. de Kerkab, R. B., à El-Himeur chez les Ouled Khaled (d°). — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, mars 1887, p. 53.

OUIZER'T. — 1. 42 kil. S.-O. de Mascara ; 10 kil. O. de Taria. — 2. ✡ dans le voisinage des fermes Bouty et Sabatier (Musée d'Oran). — Enceintes circu-

laires en pierres. Squelette et boucle en bronze (Musée d'Oran) et allées rectangulaires. — R. B. à Kersout et à Ben-Zemil, à l'O. de l'Ouizert et presque au confluent de l'O. Haounet avec l'O. Méniarin (O. El-Hammam). — R. B. à Sidi-Yahia, chez les Beni-Meniarin, à l'O. de l'O. Hounet (ou Haounet) au N. de Timsiouine (auc. ment.). — 3. M. Pallary, 1886. — 4. *Bull. Soc. Géog., Oran*, 1887, p. 51 et 52. — *Bull. Soc. d'Ethn.*, Paris, mars 1887, p. 59, 60 et 61. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

PALIKAO ou TERNIFINE. — 1. (F^lle 213.) 22 kil. E. de Mascara. — 2. ✡ quaternaire à 650 ou 700 avant le village, côté gauche de la route de Mascara à Palikao : outils chelléens, éclats de silex. Faune à *Eléph. atlanticus, Rhino. mauritanicus, Hippop.*, etc. — S. T. dans les environs du monticule. — Haches polies et ⏢⁺ sur les bords du marais (Musée municipal d'Oran, Musée de la direction des mines d'Oran, Musée de Saint-Germain en Laye, École supérieure des sciences d'Alger). — 3. MM. Tommasini, 1875 ; Pomel, 1872, Pallary, 1886. — 4. A. Pomel, *Bull. Soc. Géol. de France*, 1879. — A. Pomel, *Station préhist. quat.* in *Texte expl. de la carte géol. prov. des prov. d'Alger et d'Oran*, Alger, 1882, p. 49 et 50. — Tommasini, *Gisement chelléen de Ternifine*, in *Bull. Soc. Anthr.*, Paris, mai 1883. — *Ass. franç. p. av. des sciences*, Grenoble, t. I, p. 123. — *Bull. Soc. Géog., Oran*, 1886, p. 144 à 146. — *Ibid.*, 1886, p. 49. — *L'Homme*, Paris, 1886, p. 81 et 82. — *Bull. Soc. Géog., Oran*, mars 1887, p. 54 à 58. — *Bull. Soc. d'Ethn. de Paris*, mars 1887, p. 61 et 62. — *Études orient. et afr.*, Paris, 1888, p. 86 à 90. — *Assoc. franç. p. av. des sciences*, Oran, I, p. 208 à 213 et II, p. 355. — *Matériaux pour l'histoire prim. de l'homme*, Toulouse, mai 1888, p. 221 et 1887, p. 451.

RAS-EL-MA. — 1. (F^lle 212.) 4 kil. N. de Mascara, dans les sablières abandonnées, sur les mamelons et près des ravins qui dominent Aïn-Toudmann. — 2. ✡ ♦ de deux époques : moustérienne et pierre polie à la surface : haches en grès, quartzite et basalte, broyeurs et polissoir (Musées d'Oran et de Saint-Germain). — 3. M. Tommasini. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1886, p. 149 et 150. — *L'Homme*, Paris, fév. 1886, p. 81. — *Études orient. et afr.*, Paris, 1886, p. 90 et 91.

SAÏDA. — 1. (F^lle 304.) 75 kil. S. de Mascara. Voie ferrée. — 2. ✡ (Musée d'Oran). ▟ Dans la vallée de l'O. Saïda, à droite en remontant la rivière (entre le pont et le vieux Saïda). — R. B. à Tidernatin ; la plupart des plateaux voisins sont couverts de ruines. — R. B. à El-Four'al, entre Aïn-Nezreg et Aïn-Ouangal, au N.-E. de Saïda, chez les Ouled-Khaled-Gharaba (auc. ment.). — R. B. sur le dj. Krenifer, à l'E. de Saïda. — R. B. à El-Kherba, entre le dj. Saïda, les Oulad-Sidi-Kholfallah et les Hassasna. Voir au lieu dit : Ahzam (auc. ment.). — 3. ▟ et R. B. à Ghah-Djedam sur la mont. dominant l'O. Djedam et la tête d'Aïn-Tiffrit. — R. B. à Garn-Baïr, au-dessus de la cascade de Tiffrit. — R. B. près de Kef-Zenadra et de la forêt, au N. de Garn-Baïr, à Dar-Zeguir. — (30 kil. env. N.-E. de Saïda). — 4. R. de la Blanchère. *Voy. d'ét. dans une part. de la Mauri. césar.* — *Bull. Soc. Géog., Oran*, 1887, p. 50. — *Bull. Soc. Ethn.*, Paris, mars 1887, p. 59. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

SERSOU. — 1. Au S. de Tiaret. — 2. A 40 kil. env. S.-O. de Teniet R. B. — Alignements en pierres formant un immense lézard de 80 mètres de longueur. — 3. MM. Letourneux, Mac-Carthy. — 4. E. Reclus, *Nouv. Géog. univ.*, t. XI, Algérie, p. 509.

SAINT-ANDRÉ-DE-MASCARA. — 1. (F^lle 212.) 3 kil. S.-O. de Mascara. — 2. Outil chelléen à la surface à Aïn-K'sibia. — S. T. dans les environs. — Haches polies

dans les vignes (Musée d'Oran). — 3. M. Pallary, 1886. — 4. *Bull. Soc. Géog., Oran*, mars 1887, p. 52 et 53. — *Études orient. et afr.*, Paris, 1888, p. 91.

Saint-Hippolyte. — 1. (Fᵘᵉ 212.) 6 kil. N. de Mascara. — 2. Coup de poing chelléen entre le marabout de Muley-Abd-el-Kader et le village. — ✡ sur la montagne de Khalel (Musée d'Oran). — Sur les plateaux de Khalel : R. B. ⌓⁺ et tombeaux rectangulaires. — 3. MM. Tommasini et Pallary. — 4. *Bull. Soc. Ethn. Paris*, mars 1887, p. 59. — *Matériaux*, 1887, p. 451. — *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1887, p. 53. — *Études orient. et afr.*, Paris, 1888, p. 92.

Sidi-Djilali-ben-Amar. — 1. 64 kil. de Tiaret, 24 de Fortassa, 29 de Mecherasfa. Voie ferrée. — 2. En allant de Sidi-Djilali à Mécherasfa, sur la rive droite, à 10 kil. environ de Sidi-Djilali, petite ville berbère avec citadelle et enceinte (la Ville des esclaves). — 3. M. Tommasini.

Ternifine. — Voir Palikao.

Timziouin (E. M., 400 m. : Timsouine). — 1. 45 kil. N.-O. de Saïda, dans la vallée de l'O. Haouenet (O. Berbour). — 2. R. B. et ⌓⁺ dont quelques-uns ont été fouillés. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1886, p. 298, et 1887, p. 50.

Zélamta. — 1. 40 kil. S. E. de Mascara, sur la route de Frenda. — 2. Au lieu dit Bou-Choucha (l'endroit du mamelon), rive gauche de l'O. Zélamta, ⌓ et R. B. — 3. M. Tommasini. — 4. *Bull. Soc. Anthr. Paris*, juillet 1882. — *Bull. Soc. Ethn. Paris*, mars 1887, p. 61. — *Matériaux*, 1887, p. 451.

ARRONDISSEMENT DE BEL-ABBÈS

Aïn-Addan (E. M. 400 m. : O. Neden). — 1. Chez les Oulad-Sidi-Ahmed-ben-Abdallah, entre Mercier-Lacombe et Aïn-Afferd. — 2. Quartzites taillés. — 3. M. Carrière.

Aïn-Beïda. — 1. Entre Saïda et Sidi-Bel-Abbès, sur les bords de l'O. Taourira (O. Seffioun). — 2. Enceintes circulaires en pierres dans la propriété Villumbralès.

Aïn-ets-Trid ou simplement Aïn-Trid (auc. ment., mais Zerga s'y trouve). — 1. Au pied du Thessalah à 12 kil. N.-O. de Bel-Abbès, au-dessus de Zerga. — 2. ◆ à 400 m. environ E. de l'école. — 3. M. Pallary, 1887.

Azlakchen. — 1. (Fᵘᵉ 242.) Près de la source d'Aïn-Sfissef. — 2. ✡ sur des coteaux exposés au levant. — 3. M. Feningre, sous le nom d'Aïn-Zelaxen. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 357.

Bedeau. — 1. 91 kil. S.-O. de Bel-Abbès, sur la ligne de Ras-el-Ma. — 2. ⌓⁺. — 3. M. G. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 360.

Bemouna (dj.). — 1. Chez les Gueraa'ïa, entre Mercier-Lacombe (6 kil. N.-O.) et Bel Abbès. — 2. S. T. — 3. M. Feningre, sous le nom de : les Figuiers de Boumouna. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 357.

Bou-Djebha. — 1. (Fᵘᵉ 211 : Bou-Djebâa.) Dans la vallée de la Mékerra, rive gauche, 25 kil. en aval des Trembles, 28 en amont du Sig, 6 kil. en amont du barrage des Cheurfas. — 2. S. T. — 3. M. Lafosse, 1891.

Daya. — 1. 75 kil. S. de Bel-Abbès. — 2. ⌓⁺. — 3. M. Carrière, 1888. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 360.

Lamtar. — 1. 24 kil. S.-O. de Bel-Abbès. — 2. S. T. sur un mamelon à l'est de la cantine de Lamtar. — 3. M. Daleau, 1881. — 4. *Bull. Soc. Arch. Bordeaux*, juin 1881. — *Matériaux*, 1881, p. 323.

Lauriers-Roses (E. M. 400 m.). — 1. 16 kil. S. du Tlélat, 36 kil. N.-E. de Bel-Abbès. Voie ferrée. — 2. S. T. entre les Lauriers-Roses et l'O. Imbert.

Le Télagh (Telar') (E. M. 400 m. : Le Télague). — 1. 56 kil. S.-E. de Bel-Abbès, 19 kil. N.-E. de Daya. — 2. Hache polie au lieu dit les 400 mètres (Musée d'Oran). — A la naissance de l'O. Telagh, et à la hauteur de la fontaine des 400 mètres se trouve une *Dechera*. — Près de la smala du Télagh, autre *Dechera*. — A Aïn-Hallouf, au S.-E. et à 8 kil. du Télagh, ⏀ avec tombelles enterrées. — 3. Les R. B. (Dechera) ont été signalées d'après les indications de feu M. Beuzelin, géomètre à Bel-Abbès. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 353. — *Matériaux*, 1888, p. 210.

Oued-Imbert (O. Inbar ou Imber). — 1. (Fᵘᵉ 210.) 23 kil. N.-E. de Bel-Abbès, ligne d'Oran. — 2. S. T. derrière la gendarmerie. — Près du col. — Sur les sommets et les pentes (Musée d'Oran). — 3. M. Maufras, 1888. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, décembre 1888.

Sidi-Bel-Abbès. — 1. (Fᵘᵉ 241.) — 2. S. T. sur les monticules qui bordent les rives de la Mékerra (Musée municipal d'Oran). — Hache polie en forme de bourrelet (Musée des Mines d'Oran). — 3. M. G. Carrière. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1886, p. 150. — *L'Homme*, Paris, fév. 1886, p. 82. — *Études orient. et afr.*, Paris, 1886, p. 92 et 93.

Sidi-Yahia. — 1. 20 kil. environ S. du Télagh, rive gauche de l'O. Messoulen; 15 kil. environ S.-E. de Daya. — 2. A 15 kil. environ à l'est de Sidi-Yahia, sur la rive droite de l'O. Oungreiz, se trouve une ancienne ruine que l'on ne peut comparer qu'aux *djedars* et connue sous le nom de *Dechéra-Meta'-el-Sultan*. — ⏀ et enceintes circulaires sur les mamelons environnants. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 353. — *Matériaux*, 1888, p. 210.

The ssalah (dj.) (Tassala) (E. M. 400 e. et 800 e. : Dj. Tessala). — 1. Sommet culminant (1.063 m.) d'une chaîne de montagnes à 25 kil. environ N.-O. de Bel-Abbès. — 2. Les trois mamelons qui en forment la cime sont couverts par des R. B., des enceintes, des entourages circulaires, des allées en pierre et des ⏀. — Haches polies (Musée des Mines d'Oran). — S. T. au pied de la montagne (Musée d'Oran). — 3. M. Pomel, 1869, et M. Pallary, 1887. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 354. — *Matériaux*, 1869, p. 427 et 431.

Tingemar. (Tinguemar, commune de Tirnat). — 1. (Fᵘᵉ 241.) 12 kil. environ N.-E. de Bel-Abbès, 4 kil. O. de Sidi-Lhassen. — 2. S. T. et quartzites sur le mamelon de l'ancien télégraphe aérien (Musée d'Oran). — 3. M. Pallary, 1887.

Zarouéla (Zérouala) ou Deligny. — 1. 15 kil. N.-E. de Bel-Abbès. — 2. S. T. entre Zélifa et Zérouala sur les plateaux qui dominent la rive droite de l'O. Mékerra. — 3. M. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 358.

Zélifa. — 1. 22 kil. N.-E. de Bel-Abbès. — 2. ⏀ à Mesref, sur les bords de l'O. Mebtouch. Le Comice agricole de Bel-Abbès possède dans ses collections un squelette provenant d'un de ces tumulus.

ARRONDISSEMENT DE TLEMCEN

Aïn-Sultan (auc. ment.). — 1. Chez les Beni-Smaïel (Smiel), à 16 kil. S. de Lamoricière. — 2. Hache polie. — 3. M. Harlé, ing., 1874. — 4. *Matériaux*, 1875.

Aïn-Tellout (Telout-el-K'esba). — 1. 40 kil. de Tlemcen. Voie ferrée. — 2. ✡ importante sur le versant sud d'une colline, à quelques mètres au N. d'un ruisseau sis à 150 m. N. de l'hôtel de la Cascade. — Haches polies. — 3. M. Daleau, 1881. — 4. *Bull. Soc. Arch. Bordeaux*, juin 1881. — *Matériaux*, 1881, p. 323.

Beni-Saf (Beni-Neçaf). — 1. (Fᵘᵉ 208.) 35 kil. O. d'Aïn-Témouchent. — 2. Hache polie draguée dans le port. — 3. M. J. Canal, 1890.

Beni-Snassen (Znassen). — 3. Haches polies en silex, recueillies dans un dolmen par M. Vélain, à 2 kil. au delà de notre frontière du Maroc, à 7 kil. du littoral, sur le plateau du dj. Zabel (200 m. d'alt.). — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, I, p. 204. — *Matériaux*, 1886, p. 112.

El-Ourit'. — 1. 6 kil. S.-E. de Tlemcen. — 2. Près de la cascade (dite d'Aïn-Fezza). — Hache polie. — 3. M. Maufras, 1887.

Lamoricière. — 1. 31 kil. 5 E. de Tlemcen. Voie ferrée. — 2. Nombreuses haches polies en forme de bourrelets au milieu des ruines romaines (Hadjar Roum) (Musée d'Oran). — Dans les grottes qui s'ouvrent sur la vieille route de Bel-Abbès, à droite en descendant dans la plaine d'El-Ghor : hache en pierre polie (Musée d'Oran) et hache en bronze (Muséum de Lyon). — Poteries, éclats de silex, ossements. — En plein air : S. T., poinçon en pierre polie, poteries, objets en bronze (Musée d'Oran. Collection Cureyras de Lamoricière). — 3. MM. Pélagaud, Cureyras et Pallary. Les haches polies étaient signalées dès 1880. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, juin 1886, p. 122 à 128.

Nédroma. — 1. 59 kil. N.-O. de Tlemcen, à 18 kil. S.-E. de Nemours. — 2. R. B. à Medinet et Betha et sur la crête du dj. Toumaï.

Ouzidan. — 1. 16 kil. environ N. de Tlemcen sur les bords de la Sikka (Saf-Saf). — 2. Abris creusés par l'homme sous le tuf, connus sous le nom de : Grottes du vent *(el guiran er r'irh)*. Outils chelléens dans les cavernes et aux abords (Musées de Saint-Germain, Toulouse, Oran, Tlemcen). — ⏢ sur la rive droite de la Sikka. — 3. M. Alfred Chacogne, de Tlemcen, 1874. — 4. *Matériaux*, 1875. Dr Bleicher, *Rech. d'arch. préh. dans la prov. d'Oran et dans la partie occid. du Maroc.*

Sebdou. — 1. 40 kil. S.-O. de Tlemcen. — 2. Hache polie au-dessus du cimetière français. Objets en silex et calcaire dur. — ⏢⁺. — 3. M. Carrière, 1888. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran, II, p. 357 et 360.

Taerziza (E.M. 800 : Taaziza). — 1. 14 kil. E. d'El-Aricha, route de Ras-el-Ma. — 2. S. T. autour de la redoute. — R. B. ⏢⁺. — 3. M. J. Canal, 1885.

Takembrit (Teguennbart). — 1. (Fᵘᵉ 208.) Sur la rive gauche de la Tafna. — 2. R. numides de *Siga*. — Près de Takembrit, à l'E. et sur la rive droite au sommet marqué R. R. 221 m. (E. M. 50 m.) se trouve un tas de pierres superposées qui a l'aspect d'un grand tumulus. — ⏢⁺ sur les bords de la Tafna à quelques kilomètres en amont. — 3. Le tumulus de Takembrit m'a été signalé par M. Milsom, ing. à Beni-Saf.

Tlemcen (Tlemsan). — 2. Outils chelléens à Souk-el-Ettsenine aux portes de Tlemcen (Musée d'Oran). — Haches polies. — S. T. clairsemés sur les bords du plateau de Lella-Setti au-dessus de Mansourah. — ⏢⁺ dans les environs. — 3. La station chelléenne a été découverte par M. E. Maufras, 1888 ; celle de Lella-Setti, par M. l'abbé Brevet, de Tlemcen, 1886 ; les tumuli, par M. G. Carrière. — 4. *Ass. fr. p. av. des sciences*, Oran II, p. 356 et 360.

SUD ORANAIS

Aïn-Sefra. — 1. Voie ferrée à 454 kil. S.-O. d'Arzew. — 2. S. T. entre Aïn-Sefra et Mécheria (Musée d'Oran). — Haches polies près du Ksar. — S. T. et rondelles en œufs d'autruche sur les bords de la rivière.

Chotts. — 2. M. Chopin a recueilli des S. T., près des chotts de la province d'Oran. — 4. *Matériaux*, 1869, p. 75. — *Comptes rend. de l'Ac. des Sc., Paris*, 17 février 1869.

Dayet-el-Djerboa. — 1. Entre Sidi-Mohammed-ben-Abdala, Brezina et Sidi-el-Hadj-ed-Din, 95 kil. env. S.-E. de Géryville. — 2. Sur les abords de la Dayet-el-Djerboa, appelée aussi quelquefois Dayat-el-Djedar ou Djeder (E. M. 800 m.), grands ⌓ de 10 à 12 m. de diam. sur 6 à 7 de hauteur. — 3. Capit. Bruneau, 1882. — 4. *Bull. Soc. Géog. Oran*, 1883-84.

El-Aricha. — 1. 42 kil. S. de Sebdou, 82 kil. environ S. de Tlemcen. — 2. Hache polie. — 3. Dr Varion, 1874. — 4. *Matériaux*, 1875.

Méchéria. — 1. Sur la ligne d'Aïn-Sefra, à 181 kil. S.-O. de Saïda. — 2. Très beaux S. T. autour du village et sur le parcours d'Aïn-Sefra (Musée d'Oran).

Oued-Dermel. — Rochers gravés sur la rive gauche. — L'O. Dermel a sa tête au Mir-ed-Djebel, au S. de Sfisifa et au S.-O. des deux Moghrar, passe près du col de Founassa : porte le nom de O. Aouidj et se jette sur la rive gauche de l'O. Zousfana au lieu dit : Nakhelat-el-Brahim (E. M. 800.000.)

Oued-Moghrar. — Rochers gravés sur la rive droite.

Tiout. — 1. 16 kil. N.-E. d'Aïn-Sefra. — 2. S. T. et rochers gravés sur les bords de la rivière. — ⌓⁺ au pied des rochers gravés.

M. Gustave CHAUVET

Notaire, à Ruffec.

SUR LA CLASSIFICATION DES TEMPS QUATERNAIRES DANS LA CHARENTE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Je vais essayer de tracer rapidement la marche de l'industrie humaine dans la Charente pendant les temps préhistoriques.

Je laisserai de côté ce qui touche à la faune et au climat; ces questions ont certainement une importance capitale, mais le temps dont nous pouvons disposer est trop court pour nous permettre de les aborder utilement.

Aujourd'hui, les éléments industriels de la classification sont seuls en cause.

L'exploitation des sablières et des tourbières, les travaux des ponts et des chemins de fer ont fourni de précieux renseignements sur le sous-sol de

nos vallées charentaises; ils ont permis d'en dresser une coupe théorique pouvant se résumer ainsi, en commençant par la surface :

1° Terre végétale.....	Contenant : débris modernes, gallo-romains, de l'âge du bronze et néolithiques ;
2° Tourbières.....	(Avec la faune moderne).
3° Dépôts d'argiles et argiles sableuses..	Ne contenant généralement aucun débris d'industrie humaine. Ce dépôt paraît être contemporain de l'habitation des cavernes (fin du moustérien, solutréen, magdalénien).
4° Sables et graviers..	Contenant des silex chelléens, silex moustériens, soit dans les mêmes couches, soit dans des couches séparées. avec l'*E. primigenius*, l'*E. antiquus*, le *Rhinoceros tichorinus*.

Alluvions. — *Sablières*. — Les traces les plus anciennes de l'homme, chez nous, se trouvent donc dans les graviers sous forme d'outils en pierre : les uns taillés sur les deux faces (haches chelléennes) généralement d'assez grandes dimensions; les autres taillés sur une seule face (pointes et racloirs, types du Moustier) généralement plus petits.

Ces deux séries d'instruments sont quelquefois séparées, d'autres fois réunies dans les mêmes couches; l'observation précise sur leur mode de gisement est souvent difficile, car les sables de la Charente ont été fréquemment remaniés par les courants; seules les petites vallées latérales ont des couches bien en place.

C'est dans l'une d'elles, la petite vallée de la Seugne, que notre collègue, M. É. Maufras, a pu constater, il y a douze ans, le chelléen pur dans les graviers profonds; le chelléo-moustérien dans les couches plus élevées. Observations confirmées par ses études récentes.

M. É. Maufras m'écrivait, à propos de la question posée cette année à la Section d'Anthropologie:

« En 1878, dans les *Matériaux*, p. 104, et, en 1880, dans les *Bulletins de* » *la Société d'Anthropologie de Paris*, p. 536 et suivantes, j'ai publié mes » observations sur les graviers quaternaires des environs de Pons; depuis » lors aucun fait n'est venu, que je sache, contredire mes conclusions : » à la base, le chelléen pur ; au-dessus, le chelléo-moustérien.

» Dans la Gironde, nous constatons à peu près les mêmes faits. Les » dépôts de graviers sont généralement moins riches en silex taillés que » ceux de Saintonge, ils en ont donné cependant un certain nombre et tous » appartiennent à ces deux époques.

» Dans certaines cavernes de la Gironde, au-dessous des couches véritablement moustériennes, on trouve un type chelléen associé au type » moustérien, ce qui semble indiquer une époque de transition. »

(Lettre de M. É. Maufras, du 26 juin 1891.)

Mes observations personnelles tendent aux mêmes conclusions : je n'ai pu constater directement, jusqu'à ce jour, dans les alluvions, la superpo-

sition du moustérien au chelléen, mais ces deux séries industrielles se trouvent séparément dans des sablières voisines.

Il est facile de constater cette séparation des deux industries en étudiant la belle collection que M. Henri Germain vient de donner au Musée de la Société archéologique de la Charente. (Gisements de Tillou, Saint-Amand-de-Grave, Salignac, Gensac-la-Pallue, etc.)

Grottes. — Les débris d'industrie humaine sont surtout abondants dans les cavernes et dans les abris sous roche.

Il semble qu'après le comblement de la vallée charentaise par les graviers, pendant que les eaux, diminuées, ne roulaient plus que du limon ou une fine boue argileuse jaune ou rouge, l'homme ait plus particulièrement fixé son habitation dans les grottes.

Cette modification dans le genre de vie des populations quaternaires a commencé pendant l'époque du Moustier, qui a dû être très longue ; nous trouvons, en effet, les silex caractéristiques de cette époque à la partie supérieure des graviers et à la partie inférieure des cavernes.

Je n'indiquerai pas toutes les régions de la Charente qui ont fourni des gisements de l'industrie préhistorique; il suffira d'en signaler quelques-uns des plus caractéristiques.

En première ligne, il faut placer la vallée de la Tardoire.

Vallée de la Tardoire. — Depuis vingt ans, j'ai exploré à plusieurs reprises la vallée de la Tardoire, et, grâce aux renseignements qui m'ont été obligeamment fournis par MM. Fermont, Suard, de Ferrière, etc., j'ai pu noter une trentaine de stations préhistoriques qui s'étendent de La Rochefoucauld à Montbron, sur la rive gauche de la rivière.

Le chelléen n'y est représenté que par de rares objets trouvés isolément.

Le moustérien est abondant dans les grottes du Placard, de Vilhonneur, de la Chaise, de Mongaudier.

Le solutréen a fourni deux couches distinctes au Placard ; il aurait été aussi constaté, d'après M. Fermont, à la Chaise et à Mongaudier (?).

Le magdalénien : au Placard, à Rocheberthier, à la Chaise, à Mongaudier.

Notre grotte classique est celle du *Placard ;* je n'entreprendrai pas de la décrire ; mais il me paraît utile d'en donner une coupe, d'après les dernières fouilles.

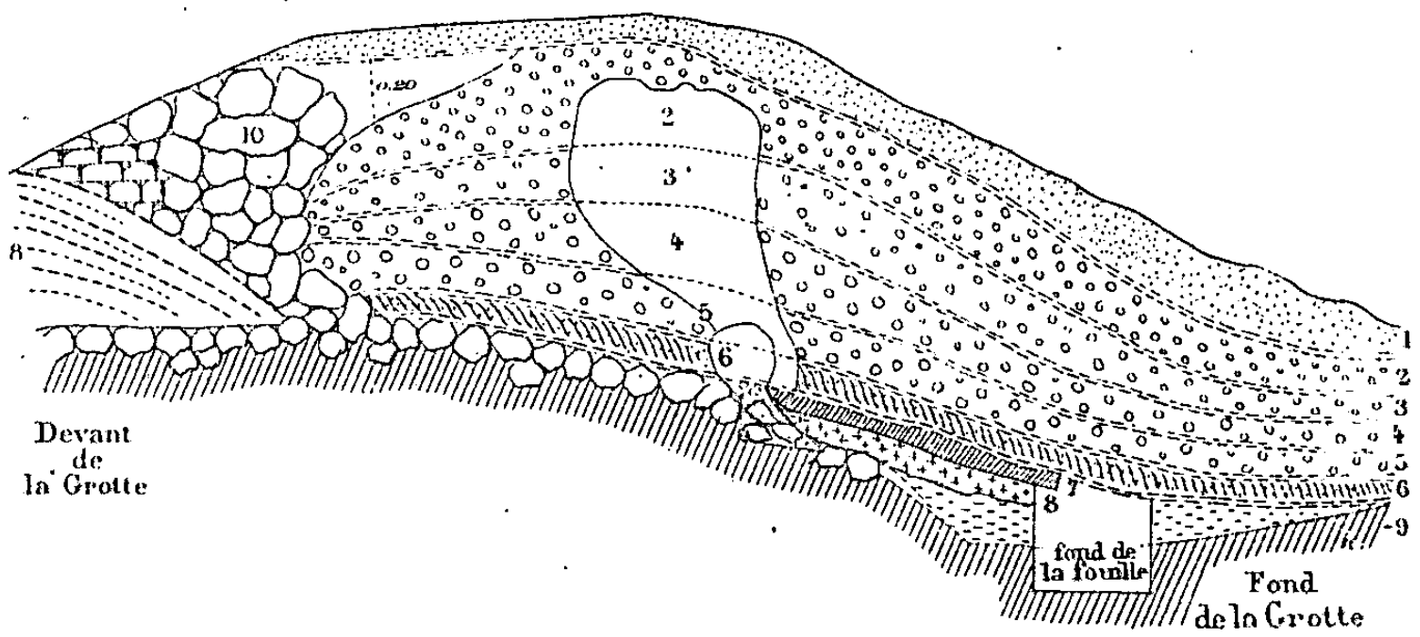
Nous avons là, d'après MM. de Maret et Suard, toute la série des époques, nettement représentée.

J'ai pu, en outre, constater personnellement que tout le seuil de la grotte, dans toute l'épaisseur de la couche archéologique, était formé par une assise de moustérien pur. J'avais cru d'abord que cette couche provenait d'un déblaiement pratiqué à l'époque solutréenne pour agrandir

l'habitation ; mais j'ai pu constater qu'elle est bien en place et n'a jamais été remaniée.

En 1886, avec le concours de M. l'abbé Suard, j'ai pu étudier avec soin la couche qui se trouve en avant de la grotte dont elle forme le seuil.

Une large tranchée partant de la surface nous a montré que toute cette



Coupe de la Grotte du Placard (Charente).

partie était purement moustérienne ; notre fouille est allée sur ce point jusqu'à 13 mètres au-dessous de la pointe du rocher qui forme le plafond de la caverne.

Cette couche moustérienne est très pure ; elle peut se diviser en deux zones séparées par un éboulis calcaire, formé de blocs plus ou moins gros ; les pointes, racloirs, percuteurs et pierres de jet y sont abondants partout.

La zone supérieure reposait sur l'éboulis, et, pour y établir un foyer, le sol avait été consolidé avec de gros troncs d'arbres, dont les traces apparaissaient nettement en creux remplis de cendres noires et de débris ligneux imparfaitement brûlés.

L'aire avait été recouverte d'argile, sur laquelle des cailloux ronds fortement chauffés avaient laissé leurs empreintes, sortes de cupules, qu'à première vue on pouvait confondre avec de petits vases rudimentaires... Je m'y étais trompé au premier moment. L'origine de la poterie est probablement due à une observation analogue faite par l'homme primitif... et... mise en pratique.

La zone inférieure a le même aspect; les pointes, cependant, sont peut-être un peu moins fines, et, observation importante, nous y avons trouvé deux petites haches du type *chelléen*.

Le Ménieux. — La station du Ménieux, commune d'Édon, m'a fourni, sur un espace de 500 mètres, quatre grottes ou abris d'époques différentes :

1° Abri en face Fieux : magdalénien pur.

2° Grotte de Gavechou : moustérien sous une couche solutréenne, et le magdalénien juxtaposé.

3° Abri de Fontfroide : magdalénien pur.

4° Grotte de la Papeterie : magdalénien.

La Quina, commune de Gardes. — Je ne reviendrai pas sur La Quina et la juxtaposition de ses deux importants gisements : l'un, magdalénien; l'autre, moustérien.

Environs d'Angoulême. — Les petites vallées voisines d'Angoulême ont donné, dans des régions rapprochées :

Le magdalénien : au Verger, au Parc.

Le solutréen : à Mouthiers, à Combe-Rolland.

Le moustérien : au Verger.

Le chelléen : dans les alluvions de la Charente, et sur les plateaux par pièces isolées.

Ces nombreuses stations prenaient leurs silex sur les plateaux : à la Couronne, aux Borderies de Cognac, où l'on retrouve les anciens puits d'extraction creusés à travers les argiles.

Conclusions. — Des observations qui précèdent, il semble permis de tirer les conclusions suivantes :

I. — Pendant les temps quaternaires, il y a, dans la Charente, deux groupes d'industries bien déterminés :

1° Le groupe chelléen-moustérien ;

2° Le groupe solutréen-magdalénien.

II. — Le premier groupe est certainement plus ancien que le second; il est en grande partie contemporain de la formation des graviers.

Le chelléen doit être antérieur au moustérien, puisque, très abondant dans les alluvions, il ne se trouve plus que très rarement dans les grottes où le moustérien abonde ; sur certains points, du reste, le chelléen pur a été trouvé à la base des graviers (É. Maufras).

Le deuxième groupe est certainement plus récent que le premier; il est intermédiaire entre le dépôt des graviers et la formation des tourbières. Les rapports entre l'industrie solutréenne et l'industrie magdalénienne sont encore insuffisamment étudiés dans la vallée de la Charente. Cependant, si les observations faites à la grotte du Placard ont été bien exactement constatées, l'industrie solutréenne paraît être la plus ancienne, puisqu'elle a été trouvée à la base de la grotte.

III. — Toutes ces industries ne se sont pas développées dans des cantonnements différents ; on les trouve souvent dans les mêmes grottes ; souvent aussi, groupées sur des points très rapprochés. L'importance des gisements prouve qu'elles ont duré très longtemps.

En résumé, dans la Charente :

Les différents types de silex sont souvent séparés dans les couches archéologiques;

Le développement industriel paraît être unique et conforme dans ses grandes lignes à la série indiquée par M. Gabriel de Mortillet.

M. le Dr FAUVELLE

à Paris.

QUELLE EST LA VALEUR DES OBJETS DE L'INDUSTRIE HUMAINE COMME ÉLÉMENT DE CLASSIFICATION DES TERRAINS QUATERNAIRES A DES ÉPOQUES PRÉHISTORIQUES?

— Séance du 19 septembre 1891 —

Cette question, mise à l'ordre du jour de la 11e Section, est le sujet de ma communication.

Jusqu'ici c'est surtout à la paléontologie que la géologie a eu recours pour classer ses terrains, et les paléoethnologistes ont aussi cherché à donner une date relative aux objets de l'industrie humaine, en consultant également les fossiles qui les accompagnent dans leur gisement. Aujourd'hui, il s'agit de savoir si la réciproque est vraie.

La découverte d'un instrument préhistorique d'une forme donnée, dans un terrain également donné peut-elle permettre de dire à quel étage, à quelle assise ce terrain appartient?

Mais, avant d'entreprendre la solution du problème, il est indispensable de se rendre compte de la disposition des terrains dits quaternaires. Or, on a constaté depuis longtemps qu'elle diffère complètement de celle des terrains des périodes antérieures. Ainsi il n'y a aucune similitude entre les formations primaires, secondaires et tertiaires, et celle de la quatrième période. Les premières sont le résultat de la dénivellation des surfaces émergées, qui a entraîné l'apport de nouveaux terrains par l'invasion des eaux marines ou leur dépôt par l'accumulation d'eaux douces stagnantes. Dans les temps quaternaires ces dénivellations ont été insignifiantes dans les contrées habitées par l'homme, et, à part quelques phénomènes côtiers peu importants, les remaniements des dépôts antérieurs ont été causés uniquement par les condensations atmosphériques pluviales et neigeuses.

Les formations quaternaires se réduisent donc à des alluvions fluviales

dans les vallées, à des accumulations par le ruissellement de terres argilo-calcaires dans les petits bassins ou excavations que présentaient les plateaux et les pentes peu accentuées, enfin à des dépôts glaciaires plus ou moins considérables. Il faut y ajouter les tufs que des sources calcaires abondantes ont produits sur le versant des collines, et les tourbières dont la formation remonte à la fin de la période.

Les alluvions des cours d'eau présentent seules des stratifications comparables à celles des terrains anciens; encore ne les trouve-t-on en place que sur les parties latérales des vallées, le centre ayant été ultérieurement bouleversé par les fleuves après la réduction de leur volume.

Dans les cavernes on observe aussi des couches superposées, mais le plus souvent elles sont dues aux hommes ou aux animaux qui s'y sont succédé à intervalles plus ou moins réguliers. Cependant on y rencontre aussi des graviers amenés par l'irruption de rivières voisines ou des lits de limon introduits par le ruissellement des eaux pluviales.

Quelquefois de savants géologues ont pu diviser les alluvions fluviales en étages inférieur, moyen et supérieur, comme l'a fait M. d'Ault-Dumesnil pour celles de la Somme *(La Société, l'École et le Laboratoire d'Anthropologie de Paris à l'Exposition de 1889)*. Néanmoins le fait est très rare : ainsi, à Chelles, on trouve bien l'étage inférieur et une partie de l'étage moyen, mais le reste fait défaut.

Je dois ajouter qu'il paraît aujourd'hui démontré que les alluvions dites des hauts plateaux n'appartiennent pas au quaternaire, mais à la fin de la période précédente, les vallées d'érosion des terrains tertiaires ayant commencé à se creuser durant l'époque pliocène.

En résumé, c'est seulement dans la durée de la période quaternaire que l'on peut pratiquer des divisions qui sont alors des époques.

Le problème posé doit donc se formuler ainsi : L'industrie humaine paléolithique permet-elle de diviser les temps quaternaires en plusieurs époques, et quels sont les instruments qui les caractérisent?

Mais alors la question est résolue depuis longtemps par M. Gabriel de Mortillet. Dans son livre, *Le Préhistorique*, il a déterminé quatre époques dans la période quaternaire, à chacune desquelles correspond une forme caractéristique de l'industrie humaine. A ces quatre divisions, il en ajoute une cinquième prise sur les temps actuels et à laquelle il a donné le nom de néolithique ou de robenhausien.

Mais depuis dix ans, les découvertes, déjà si nombreuses, se sont encore multipliées, et des observations nouvelles ont été faites; il en est résulté, pour un grand nombre de paléoethnologistes, la nécessité de modifier la classification primitive. C'est ce que vient de faire notre collègue et ancien président, M. Philippe Salmon.

La première époque reste bien caractérisée par l'instrument chelléen;

mais M. Salmon en a distrait les instruments de Saint-Acheul qu'il considère comme établissant seulement une transition entre l'époque chelléenne et l'époque du Moustier, caractérisée par l'utilisation des éclats de percussion (pointes et racloirs).

Après l'époque moustérienne, ou plutôt vers sa fin, sont apparues les pointes à cran et les pointes à feuilles de laurier, dites solutréennes ; les formes auxquelles correspond cette division se rencontrent, suivant lui, assez rarement, pour permettre de la rattacher au moustérien qu'elle termine.

L'époque de la Madeleine reste intacte.

En résumé, dans cette chronologie on voit les instruments en silex diminuer de volume au fur et à mesure qu'on avance dans la période quaternaire. J'ajouterai qu'en même temps ils se multiplient et se différencient suivant une progression parallèle.

Aux trois époques de la période quaternaire correspondent trois faunes bien spécifiées, surtout depuis les fouilles de M. d'Ault-Dumesnil dans les alluvions stratifiées d'Abbeville. Les espèces caractéristiques sont, pour le chelléen, l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros Merkii* et l'*Hippopotamus amphibius;* pour le moustérien, l'*Equus caballus*, le *Rhinoceros tichorinus* et l'*Elephas primigenius* ou Mammouth dont les éléments dentaires se condensent au fur et à mesure qu'il approche de sa disparition. Enfin, le renne *(Cervus Tarandus)* prédomine pendant le magdalénien.

Passant ensuite à la période néolithique, condensée par M. Gabriel de Mortillet en une seule époque sous le nom de la station lacustre de Robenhausen, M. Salmon y a pratiqué trois coupures.

La transition entre les deux périodes contiguës, caractérisée spécialement par la disparition du renne de nos régions, présente certaines obscurités. Deux faits, qui au premier abord paraissent connexes, sont particulièrement à signaler : c'est, d'une part, la décadence de l'industrie magdalénienne spécialement dans sa partie artistique, et de l'autre l'apparition dans nos contrées d'une race d'hommes dont la tête courte se distingue absolument du crâne allongé des populations quaternaires.

La disparition de l'art magdalénien est-elle plus apparente que réelle? Ou a-t-elle été causée par l'influence de populations moins avancées venues d'Orient? La présence de la nouvelle race est-elle le résultat d'une invasion brusque ou d'une infiltration graduelle? Dans ces discussions les éléments sont encore trop peu nombreux pour donner satisfaction à notre légitime curiosité.

Dans un certain nombre de stations de France et de l'étranger, on trouve, avec des lames, des grattoirs et des burins d'un travail magdalénien incontestable, du bois de cerf au lieu de renne et des tranchets qui « pourraient bien représenter le commencement des temps néolithiques ».

En outre, dans ces stations, les instruments présentant des traces de polissage sont excessivement rares; ces particularités ont paru suffisantes à M. Salmon pour fournir les éléments d'une première coupure qui représente le début de la période néolithique. Il la désigne par l'épithète campignienne, de la station du Campigny (Seine-Inférieure), « qui renfermait en abondance des tranchets, des pics et autres instruments en silex grossièrement taillés, de la poterie grossière et en même temps était très pauvre en haches polies. »

Une autre particularité très remarquable, c'est qu'aucun instrument de l'époque campignienne n'a été jusqu'à présent recueilli dans les sépultures néolithiques. Il semblerait en résulter la nécessité de reporter à l'époque suivante la coutume de l'ensevelissement des morts.

Il manque, pour achever de caractériser l'époque campignienne, la constatation, je ne dirai pas de la faune sauvage, puisqu'elle ne s'est pas modifiée sensiblement depuis la fin des temps quaternaires, mais de la faune domestique. Certainement, en effet, la domestication, comme toute industrie humaine, a dû se développer progressivement dans l'ouest de l'Europe par l'addition successive d'espèces nouvelles, à moins que l'on ne prétende qu'elle ait été amenée toute faite par la race brachycéphale, alors qu'elle était encore complètement inconnue dans nos régions. Le seul fait qui ait été signalé dans cet ordre d'idées, c'est qu'en Danemark on n'a rencontré que le chien comme animal domestique durant la première partie de la période néolithique.

L'industrie découverte dans le palafitte de Robenhausen et en général dans tous ceux de cette époque, caractérise parfaitement le plein de la période. Mais les hommes d'alors n'avaient pas seulement que des habitations lacustres; le plus grand nombre habitaient sur la terre ferme, et les stations de ce genre ne font pas défaut. Parmi les plus célèbres, celle du camp de Chassey (Saône-et-Loire) se rapproche plus particulièrement de Robenhausen. Ces considérations, pour M. Salmon, justifient l'introduction de ce mot dans la dénomination du néolithique moyen, le mot de chasséo-robenhausien ayant l'avantage de réunir les deux ordres de stations, terrestres et lucustres. Parmi les caractères de cette époque, j'appellerai seulement l'attention sur l'un d'eux, l'ensevelissement des morts pratiqué d'abord dans les cavernes et grottes ou directement dans le sol.

A la fin de la période néolithique, cette coutume change de forme en même temps que se manifeste le début de l'art de l'architecture. C'est le moment de l'apparition des dolmens, menhirs et autres monuments mégalithiques. En raison de l'importance de cette nouvelle phase, dans laquelle est entrée l'humanité, il était naturel d'en former une dernière division qualifiée de carnacéenne, du nom de la commune de Carnac

(Morbihan), autour de laquelle les monuments en question se trouvent spécialement accumulés. Elle marque la fin de la pierre polie, car les premières sépultures de l'âge du bronze présentent ce caractère.

Ce partage du néolithique en trois époques a été accepté par les Danois; de son côté, M. Cartailhac en a indiqué la nécessité dans le *Catalogue général officiel de l'Exposition rétrospective du Travail et des Sciences anthropologiques de 1889*. Il y a donc lieu de penser qu'il va définitivement prendre rang dans la science du préhistorique.

Enfin, pour en revenir à la question posée dans la 11e Section, l'exposé sommaire que je viens de faire des phases traversées par l'industrie humaine durant les périodes paléolithique et néolithique, autorise à conclure que, si cette industrie ne peut pas servir à une classification des terrains quaternaires d'une manière générale, elle permet de diviser, d'une manière claire et méthodique, en époques bien distinctes, les temps qui se sont écoulés depuis la période tertiaire jusqu'à l'âge du bronze.

M. Alfred CARAVEN-CACHIN

Lauréat de l'Institut, à Salvagnac (Tarn).

LE CIMETIÈRE MÉROVINGIEN DU GRAVAS, PRÈS GAILLAC (TARN)

— Séance du 21 septembre 1891 —

Nous venons de découvrir, près de Gaillac, un vaste cimetière mérovingien qui renferme des objets *uniques* en Europe.

Voici la liste des tombeaux, des bijoux et des armes que nous avons recueillis jusqu'à ce jour dans cette nécropole :

1° Tombeaux

Les quarante-deux cercueils en pierre dont nous donnons, dans le tableau suivant, les dimensions des auges funèbres, ont tous les caractères de l'époque mérovingienne. La pierre qui les compose, l'orientation, la taille, la forme des auges et des couvercles, tout plaide pour ce

temps, et ce qui va achever de le démontrer, ce sont les objets trouvés dans ces sarcophages.

Tableau des différentes dimensions que présentent les auges funèbres du Gravas.

	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1° Longueur (au dehors).	0,85	1,35	1,60	1,65	1,70	0,85	1,88	1,94	1,98	2 »
2° Longueur (au dedans)	0,75	1,16	0,40	1,43	1,65	1,78	1,80	1,82	1,85	1,90
3° Largeur à la tête (dehors). . . .	0,48	0,58	0,48	0,59	0,60	0,62	0,71	0,67	0,70	0,80
4° Largeur à la tête (dedans)	0,38	0,42	0,42	0,43	0,45	0,50	0,63	0,55	0,60	0,70
5° Largeur aux pieds (dehors). . . .	0,41	0,53	0,40	0,41	0,40	0,45	0,55	0,45	0,52	0,50
6° Largeur aux pieds (dedans). . . .	0,32	0,37	0,35	0,33	0,36	0,40	0,47	0,33	0,48	0,45
7° Profondeur (dehors)	0,25	0,50	0,49	8,46	0,40	0,38	0,38	0,42	0,50	0,38
8° Profondeur (dedans)	0,20	0,35	0,36	0,30	0,32	0,35	0,34	0,32	0,36	0,30
9° Épaisseur générale des bords. . .	0,05	0,05	0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,07	0,12	0,10

2° Boucles en bronze

Une des preuves les plus éclatantes que les sarcophages du Gravas sont d'origine franque, ce sont les boucles ovales que nous avons ramassées dans le tombeau de Saint-Jean, près Gaillac.

3° Agrafe de ceinturon en bronze avec inscription

La surface inférieure de cette agrafe présente trois rivets fondus et percés sur la plaque et en faisant partie. La forme générale de ce bijou, le nombre et la disposition des rivets, les détails de sa partie inférieure le font remonter au VI^e^ siècle. Mais si l'on examine avec soin le côté apparent de la boucle de Gaillac, qui présente des ornements en creux très barbares, tels que croix, lignes entrecroisées, traits
formés par un pointillé, etc..., on remarque, avec étonnement, que ces dessins sont complètement inconnus à l'époque mérovingienne et qu'ils rappellent d'une façon étrange l'*Époque préhistorique*. A ce titre, l'agrafe de Gaillac aura le privilège de mettre longtemps à l'épreuve la patience et la science des épigraphistes *(fig. 1)*.

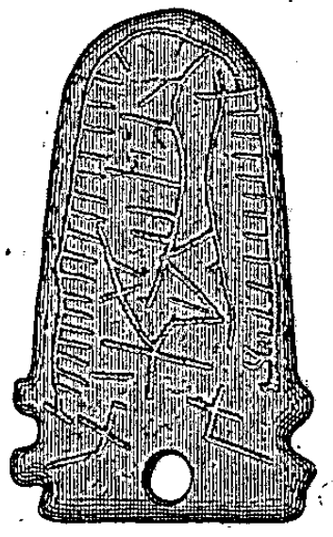


Fig. 1 (2/3 gr.)

Si ces observations sont exactes, il faut bien en conclure que les artistes saxons, burgondes, francs, bavarois, allemands et visigoths n'ont produit aucun objet d'art similaire à l'ornementation de l'agrafe du Tarn, et que la boucle de ceinturon du guerrier franc de Gaillac s'est montrée jusqu'à ce jour UNIQUE dans l'Europe centrale.

4° Boucle avec plaque de ceinturon en bronze

La boucle avec plaque de ceinturon en bronze ramassée sur le champ du Gravas présente une particularité remarquable et que nous n'avons encore observée nulle part. Elle a la plus grande analogie avec une boîte ou livre rectangulaire, qui renfermerait plusieurs pièces ou feuillets distincts et superposés, dont nous allons faire une courte description *(fig. 2)*.

1° La plaque représentant en relief un objet d'art ou médaillon, qui a disparu, devait être rectangulaire et mesurait 36 millimètres de longueur sur 27 millimètres de largeur.

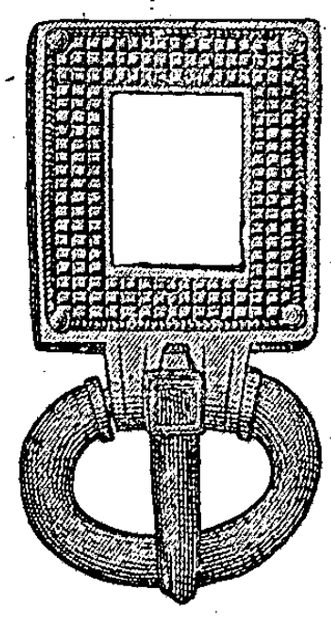


Fig. 2 (2/3 gr.)

2° La plaque supérieure ou cadre, destinée à renfermer l'objet d'art, est ornée aux quatre angles de clous à tête ronde. Cette lame de bronze forme un cadre semé de petits cubes de bronze.

3° La plaque moyenne est très mince et très oxydée; elle possédait quatre petits clous de bronze munis de gonds destinés à supporter la plaque à médaillon qui occupait le centre de la boucle.

4° Enfin, le troisième feuillet reposait sur une quatrième et dernière plaque de bronze qui était rivée aux clous de la plaque supérieure, fermait la boîte et s'appliquait sur le ceinturon.

Comme on le voit, ce qui distingue la plaque du Gravas et lui donne un cachet particulier de goût et de richesse, c'est qu'elle est formée par quatre pièces distinctes et superposées. Aussi nous pensons que ce bijou mérovingien, du plus beau travail, s'est montré, jusqu'à ce jour, très rare dans les nécropoles barbares de la France.

La boucle qui tient à la plaque de ceinturon du Gravas se compose de deux pièces : l'anneau, qui est ovale, et l'ardillon dont l'aiguille est tectiforme. Le talon de l'ardillon est un carré creux de 10 millimètres de côté et rempli de carbonate de chaux, dont la couche supérieure est colorée en rouge pourpre ou grenat. Cette peinture est recouverte par une petite plaque en verre assez mince, teinté de jaune très clair, sertie en bronze et ne formant pas saillie. Or, il se trouve que le talon de l'ardillon d'une agrafe de Childéric I[er], que nous avons vu au Musée des Souverains au Louvre, est également creux et incrusté de grenats. Du reste, M. de Lasteyrie a prouvé, par une foule d'exemples, que l'orfèvrerie des conquérants des Gaules était caractérisée par l'emploi des grenats. Nous pouvons ajouter que les verroteries et les pâtes rouges étaient également très communes sur les bijoux barbares.

5° Plaque carrée en cuivre

La plaque carrée en cuivre et étamée qui servait de terminaison au ceinturon présente des ornements très curieux, qui ont été gravés en creux et au burin avant l'étamage *(fig. 3)*.

Plusieurs archéologues pensent que l'artiste, sous les traits d'un personnage élevant les mains au Ciel et placé au milieu de croix à fiches, a eu l'intention d'y représenter *Daniel dans la fosse aux lions*. Ce bijou serait donc une grossière imitation des agrafes burgondes sur lesquelles sont gravées le même sujet biblique. D'autres antiquaires préfèrent y voir un *Ange* dont les appendices qui sortent du corps forment les ailes. En outre, ces derniers affirment que ce bijou, qui remonterait aux XI^e^ et XII^e^ siècles, serait sorti des anciennes manufactures de Limoges.



Fig. 3. (2/3 gr.)

Il est certain, en effet, que pendant tout le cours des XII^e^ et XIII^e^ siècles l'orfèvrerie émaillée de Limoges inonda de ses produits, non seulement la France, mais tous les pays voisins, et y obtint un tel renom que ces œuvres étaient connues et désignées dans toute l'Europe sous le nom d'*Œuvres de Limoges (Opus Lemovicense)*. Mais, comme nous manquons de pièces de comparaison pour établir et confirmer l'attribution de notre plaque aux émailleurs de Limoges, nous ne pouvons entrer dans ce débat qui vient de s'engager entre des savants également recommandables.

6° Fibule en bronze

La fibule palmée et ansée du Gravas est longue de 85 millimètres. L'étui est gravé de dessins en creux imitant des dents de scie, de lignes brisées, de triangles, etc. L'ardillon qui adhère à l'étui au moyen d'une charnière en fer a disparu. Au-dessous de la charnière, on distingue le crochet en fer ou crampon pris à même la pièce et où la pointe de l'ardillon était assujettie, après avoir serré et traversé de part en part le vêtement.

Les fibules ansées se rencontrent assez communément en Europe.

7° Armes

Nous avons recueilli dans le champ du Gravas de nombreux fragments de lames de fer brisées et profondément entaillées que nous rapportons à des épées, à des sabres, à des poignards et peut-être à des couteaux, ainsi qu'un silex non taillé.

8° Perles

Les perles en verre jaune et les perles bleues côtelées et godronnées du cimetière du Gravas sont communes chez les Romains et les Francs.

Nous pensons que tous ces objets appartiennent à notre histoire nationale, et à cette époque mérovingienne si méconnue, si peu explorée et si mal interprétée jusqu'à nos jours. Elle est pourtant la base de notre nationalité, le point de départ de notre existence actuelle, notre premier pas dans cette voie chrétienne qui caractérise le moyen âge de la France et de l'Europe féodale.

M. le Dr MARIGNAN

à Marsillargues (Hérault).

SÉPULTURES PAR INCINÉRATION DE LA PÉRIODE NÉOLITHIQUE, A CALVISSON (GARD)

— Séance du 21 septembre 1891 —

SÉPULTURE DE CANTEPERDRIX

Il y a une dizaine d'années, on enleva un énorme tas de pierres situé sur la colline de Canteperdrix, à un kilomètre nord-ouest du village de Calvisson (Gard).

Les pierres enlevées mirent à découvert une cavité, que l'on me signala, et que je fis fouiller. Voici le résultat de mes recherches :

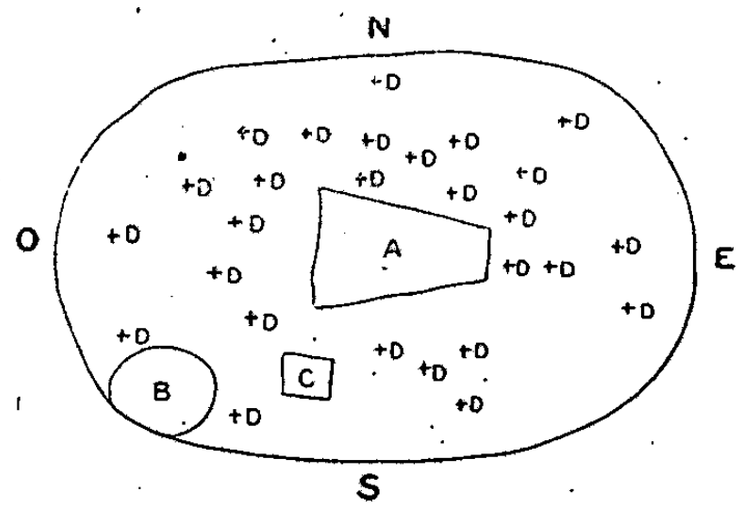


Fig. 1. — Plan du tumulus et des sépultures qu'il recouvrait.

Le tas de pierres constituait un tumulus aujourd'hui disparu, mais dont on reconnaît encore les traces aux pierres qui en restent, et qui n'ont pas été recouvertes par la végétation. Ce tumulus était, au dire des gens du pays, haut de 3 mètres environ, long de 40 mètres, et large de 32 à 35 mètres. Il formait un ovale orienté est-ouest.

Au centre, nous trouvons une sépulture A *(fig. 1)*. C'est un véritable

dolmen, mi-partie naturel, mi-partie artificiel. Il est constitué par une cavité naturelle, une fente comme il s'en rencontre beaucoup sur ces collines, dans le calcaire néocomien, recouverte de huit dalles plates que les paysans appellent en patois *Lauześ*. Deux de ces dalles avaient cédé sous le poids du tumulus, laissant un trou par lequel la sépulture s'était remplie de pierres.

Cette cavité a la forme d'un trapèze; elle a $2^m,80$ de longueur sur 80 centimètres à l'ouverture, et $1^m,40$ au fond, de largeur. Sa hauteur est de $1^m,65$.

L'entrée est située à l'est : c'est un trou que ferment quelques pierres, et par lequel un homme pouvait passer.

J'ai retiré de cette sépulture des amas de cendres, des ossements humains en fragments, dont la plupart portent les traces d'un feu violent, des ossements d'un bœuf de petite taille, de cheval (rare), de mouton, de porc, des fragments de poterie en quantité innombrable. Quelques-uns de ces fragments permettent de reconstituer la forme des vases auxquels ils appartenaient.

Toute cette céramique est, autant par ses formes que par sa facture, franchement néolithique. C'est la même que celle que j'ai trouvée si souvent dans les stations néolithiques du voisinage. Les ornements sont des lignes variées, caractéristiques de l'époque; les poteries sont mal cuites, noires souvent à l'intérieur, mélangées de cendres ou de grains de quartz; les anses sont de grossiers mamelons, percés de petits trous, susceptibles à peine de laisser passer un lien. Ces débris se distinguent absolument des poteries gauloises ou gallo-romaines si communes dans la région. Il n'y a pas de confusion possible.

Aucun fragment non plus ne se rapproche des poteries de l'âge du bronze. Les fouilles ont aussi donné quelques objets, des pointes de flèches en silex, des percuteurs, des grattoirs, une coquille d'anodonte, une dent de lamna provenant de la molasse dont les terrains se trouvent à 6 kilomètres au sud.

Au sud-ouest de ce dolmen, sur le bord même du tumulus, existe une autre sépulture B. Celle-ci est circulaire, elle a $1^m,75$ de diamètre. C'est encore un trou naturel dans la roche. Les parois sont constituées par places là où le rocher fait défaut, par des pierres posées de champ. Le tout est recouvert d'une voûte formée de pierres plates. Nos paysans se construisent encore de semblables abris dans leurs domaines.

On descend dans ce caveau, dont la profondeur est de $1^m,80$, par deux marches naturelles.

Cette sépulture avait été complètement vidée par le propriétaire voisin. Elle renfermait des poteries, des ossements, des cendres et des silex.

Entre ces deux sépultures, j'en ai mis à jour une troisième C. Celle-ci

est plus petite ; elle mesure 80 centimètres dans tous les sens. Elle était remplie de cendres renfermant des poteries, des silex, des os brûlés, etc.

Enfin, sur toute l'aire du tumulus et principalement autour de la sépulture centrale, les fouilles ont mis à jour des trous D creusés en terre, contenant toujours la même chose, des cendres, des silex, des poteries, des os, quelques objets.

La pièce la plus intéressante de ce mobilier est une petite hache en grès verdâtre transformée en amulette *(fig. 2)*.

Ces petits cistes se rencontrent partout dans l'enceinte que recouvrait

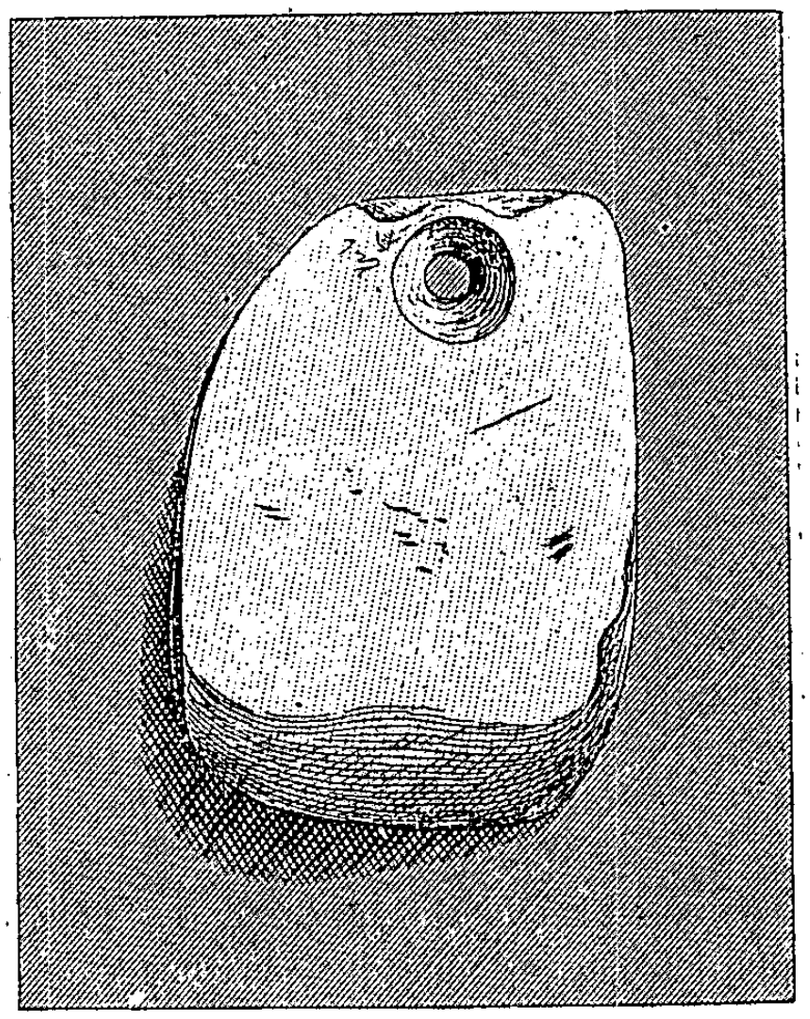


Fig. 2.

le tumulus. On a profité des fentes, des cavités naturelles, des cuvettes de la roche sous-jacente.

Partout je retrouve les mêmes débris au milieu d'amas de cendres.

Tout cela est bien franchement néolithique, sans mélange de bronze.

J'ai cherché le bronze; les fouilleurs étaient prévenus : je n'ai rien trouvé, pas la moindre trace.

Les silex, les poteries, les objets confirment mes conclusions.

Nous avons donc bien ici des sépultures par incinération. Elles sont néolithiques, non pas cébenniennes. J'accorde que nous sommes, je ne m'y oppose pas, à une époque avancée de la période néolithique, plutôt vers la fin de la pierre polie, la hache transformée en amulette le démontre, mais nous ne pouvons rajeunir davantage ces sépultures.

Ces silex, ces poteries, ces objets sont les similaires de ceux que j'ai si souvent récoltés dans les stations nombreuses situées à 4 ou 5 kilomètres au sud. J'étais étonné en explorant les stations de la Vaunage, de ne jamais rencontrer des sépultures. Ici, à Calvisson, c'est tout le contraire ; il n'y a pas de stations, il n'y a que des sépultures.

Je me demande si les hommes du voisinage ne venaient pas s'incinérer de préférence sur ces collines. N'aurions-nous pas comme un Campo-Santo de la période néolithique ?

Les faits que je rapporte, nous les connaissions déjà pour d'autres régions de la France. Ils n'avaient pas été signalés dans les Basses-Cévennes.

M. Cartailhac soutient la thèse de l'incinération pendant le néolithique; je suis heureux de ces faits qui viennent confirmer sa théorie.

Nous retrouvons l'incinération dans le Gard, comme nous retrouvons, par exemple, dans le même département, et non loin de Calvisson, à Collorgues, les sculptures des grottes sépulcrales de la Marne.

SÉPULTURE DE LA QUAIROLE

A 2 kilomètres au nord de Canteperdrix, au lieu dit la Quairole, j'ai fouillé une autre sépulture différant un peu de la précédente, mais nous offrant encore le rite de l'incinération.

Ici, c'est une véritable allée couverte. Orientée sud-nord, sa longueur est de 7 mètres, sa largeur de 1 mètre en moyenne, sa hauteur de 2 mètres. C'est une cavité naturelle, une fente recouverte de dalles; les parois sont constituées par places : là où le rocher fait défaut, par des pierres plates. A l'extrémité de l'allée est une chambre carrée de $1^{m},60$ environ. Cette chambre communique avec l'allée par une ouverture en bouche de four, formée par cinq ou six pierres. Cette ouverture, trop étroite pour laisser passer un homme, est suffisante pour introduire une urne.

Un tumulus recouvrait probablement le tout; quelques pierres semblent encore indiquer sa présence. L'allée était remplie de pierres, mises sans doute là en vue de protéger la chambre sépulcrale.

Je n'ai rien trouvé dans l'allée.

Dans la chambre, j'ai rencontré des cendres, des os brûlés en petits fragments, deux pointes de flèches en silex, les débris de trois vases, dont deux ont pu être reconstitués partiellement, et un polissoir en grès de la molasse du volume d'un pain de munition. Ce polissoir provient de 7 ou 8 kilomètres au sud. — Rien autre chose.

Les vases ont été cassés par les renards qui avaient établi leur tanière dans la petite chambre du fond. — Cette tombe était inviolée.

Cette sépulture nous démontre encore, comme la précédente, le rite de l'incinération pratiqué pendant la période de la pierre polie dans nos régions méridionales.

M. le Dr E. PINEAU

à Oléron.

DESTRUCTION DES HACHES POLIES PAR BRIS ET CALCINATION (RITE FUNÉRAIRE ?)

— Séance du 21 septembre 1891 —

« Dans la grotte artificielle de la « Pierre Michelot », des haches avaient été livrées à l'action du feu ; les unes étaient craquelées, les autres brisées. » (Cartailhac *France préhist.*, 158.)

« Au mont Saint-Michel, la plupart des haches de jadéite sont brisées et les fragments retrouvés... » (*Ibid.*, 206.)

A l'époque du bronze, on trouve communément les épées en plusieurs morceaux dans des sépultures non remaniées. (*Rev. Éc. Anthrop.* Paris, 1891, 309.).

De nos jours, aucun des objets qui ont servi aux Néo-Zélandais durant leur maladie n'est employé après leur mort; on les brise et les enterre avec eux. (Cartailhac, *loc. cit.*, 294.)

Les haches polies, finies, sont plus communément brisées ou calcinées que les haches ébauchées et surtout que les haches chelléennes.

Dans la station où j'ai fait ces observations (Ors, île d'Oleron), on a dit qu'il pouvait y avoir eu, aux temps historiques, une fabrique de pierres à fusil employant ces haches comme matière première, mais j'en aurais bien trouvé quelqu'une sur le terrain.

Enfin, je ferai remarquer que les haches brisées semblent l'avoir été avec un véritable acharnement, frappées en tous sens, n'ayant plus forme de haches pour la plupart; que sur des centaines, une dizaine au plus sont entières et que, cependant, sur plusieurs centaines de fragments, cinq à peine ont servi secondairement de pointes ou de racloirs.

Les haches calcinées, inutilisables après la cuisson, étaient abandonnées en fragments relativement volumineux, puisque 240 fragments de haches brisées ne pèsent que $5^{kg},600$, quand 220 fragments de haches calcinées pèsent $9^{kg},600$: 20 haches de moins pèsent 4 kilogrammes de plus.

Conclusion. — Il se pourrait qu'en certains points, durant la partie de la période néolithique où l'on inhumait, on brisât les haches après la mort de leurs propriétaires en signe de deuil; qu'à la fin de la même période où l'on incinérait les cadavres, on déposât avec eux leurs haches polies sur le bûcher !

M. le Dr E. PINEAU

à Oleron.

NOUVELLE CONTRIBUTION A LA GÉOGRAPHIE PRÉHISTORIQUE DES COTES OCCIDENTALES DE LA FRANCE — L'ATLANTIDE —

— Séance du 21 septembre 1891 —

Au Congrès de Toulouse, rapprochant, des trouvailles de M. l'Ingénieur Polony (v. Congrès de la Rochelle) au bassin à flot de Rochefort, celles que j'avais moi-même faites sur le littoral de l'île d'Oleron (côte ouest), j'avais été amené à penser que la formation des pertuis de la côte de Saintonge pourrait bien dater de la fin de la période néolithique.

Dans l'îlot d'Erlanic (Morbihan), le Dr de Closmadeuc décrit des cercles de pierre dont les trois quarts sont actuellement enfoncés sous la mer par inclinaison régulière du sol depuis leur érection. (*France préhist.*, Cartailhac, 202.)

De son côté, M. Sirodot, au mont Dol, constate des assises superposées de tourbe et de dépôts marins. (Congrès des Sociétés savantes de la Sorbonne, 1891.)

Or, voici de nouveaux faits constatés par moi au cours de cette année :

I. — Il a été trouvé sous mes yeux, cet été, dans un trou que l'on creusait dans un marais salant, sis à la Beaucoursière (commune du Château d'Oleron), à 2 kil. et demi environ de la mer, dans la direction où elle sépare l'île d'Oleron du continent : *a.* un humérus de sanglier (déterminé par M. G. de Mortillet); *b.* un fond de vase nettement néolithique : *c.* deux ou trois petits fragments de silex taillés. Ces divers objets reposaient sur un gravier marin, sous une couche de 1m,50 d'alluvions marines (Bri.).

II. — Au cours des travaux d'élargissement du chenal du château d'Oleron, à 270 mètres du musoir de la jetée sud, et sur sa rive droite, en regardant le continent, les ouvriers ont trouvé, à 2m,30 de profondeur, dans les mêmes alluvions, — étant donné le relèvement de la côte dû à la distance comprise entre ces deux points, ces deux trouvailles peuvent être dites avoir été faites dans la même couche, — ont trouvé, dis-je : *a.* une mâchoire inférieure entière et intacte d'un suidé d'espèce disparue, petit de taille, et ayant appartenu à un très vieil individu (détermination

de M. G. de Mortillet); *b.* un bois presque entier de *Cervus elaphus;* *c.* un maxillaire inférieur de chevreuil (?).

III. — Enfin, découverte plus intéressante encore : Je signale, sur le rivage ouest d'Oleron, un banc de tourbe à lymnées (de petite taille), planorbes, bois de différentes dicotylédonées, chênes, etc.... Ce banc, de plus de 50 centimètres d'épaisseur, renferme encore — tant est grande son étanchéité — dans le lit de sable d'eau douce sur lequel il repose, son odeur d'hydrogène sulfuré et carboné; à toutes les marées la mer le couvre et découvre.

Si nous jetons maintenant les yeux sur une carte hydrographique de France, nous voyons qu'une ligne de falaises sous-marines recouverte de 325 mètres d'eau, bornant des profondeurs qui vont rapidement à 4.000 mètres, part de Capbreton, au sud du département des Landes, pour aller se terminer vers les côtes d'Irlande. La Manche et la mer du Nord sont couvertes de hauteurs d'eau bien moindres.

Ce fond de mer de 325 mètres a de 2 à 300 kilomètres de largeur en moyenne et, à cette distance, suit assez régulièrement la côte de France.

N'est-on pas fondé à se demander, fort des divers faits qui précèdent, si un affaissement de cette bande de rivage n'aurait pas pu se produire avec ensemble, vers la fin des âges de la pierre?

D'hypothèse en hypothèse, ne se pourrait-il que cette partie du continent engloutie fût *l'Atlantide* des Anciens, à laquelle Platon attribue 600 kilomètres de large? — Il peut bien s'être trompé de moitié, sans qu'on le chicane pour cette erreur.

Le même Platon dit que des hommes admirablement forts et courageux habitaient ce pays. On pouvait le dire, au lendemain de l'extraordinaire période carnacéenne!

On a placé ce pays aux Açores, Canaries, Cap-Vert, etc.., mais ces îles sont de nature volcanique, elles sont situées par de très grands fonds, et le propre des formations volcaniques est plutôt, il me semble, la direction centrifuge et non centripète... Un volcan saillit ou émerge, et là c'est un sol qui s'affaisse...

Enfin, ces archipels atlantiques sont, ai-je lu quelque part, de formation miocène. Or, même en admettant l'homme tertiaire, comment admettre des traditions aussi précises venant de si loin ?

Je termine en rapportant avoir trouvé à la surface de ce banc de tourbe — je ne dis pas dans son épaisseur, de nouvelles recherches sont nécessaires — des silex dont quelques-uns sont manifestement taillés, même calcinés.

Ne serait-il pas intéressant de découvrir une palafitte atlantique?

MM. Paul PALLARY et Paul TOMMASINI.

LA GROTTE DES TROGLODYTES (ORAN)

— Séance du 21 septembre 1891 —

SITUATION

La grotte des Troglodytes est située dans le premier ravin que l'on trouve après le polygone de tir d'Eckmühl-Noiseux, à droite de la route nationale d'Oran à Tlemcen ; elle en occupe la rive gauche à une hauteur de 30 mètres environ.

Pour la trouver, il est nécessaire de remonter le ravin jusqu'au point où il se bifurque en deux, point indiqué par un four à chaux en ruines et un ancien puits qui a servi à l'extraction du lignite. Il faut prendre l'affluent de gauche et le suivre encore pendant une cinquantaine de mètres ; on verra alors, en tournant la tête à droite vers le sommet de l'escarpement, l'ouverture de la grotte des Troglodytes.

Les dimensions de la grotte sont :

Largeur à l'ouverture : 8 mètres. — A l'intérieur (plus grande largeur) : 8^{m}, 40. — Longueur ou profondeur : 3 mètres. — Hauteur moyenne : 3 mètres.

Primitivement l'ouverture était presque barrée par quatre gros rochers tombés du bord de la montagne et qui occupaient une position si régulière que nous avions cru d'abord qu'ils avaient été placés intentionnellement. Mais un examen plus approfondi nous a fait voir que ce n'était qu'un simple hasard.

Aujourd'hui, nous avons dérangé cet amas de roches en les minant : une partie a été rejetée dans l'intérieur, l'autre a roulé dans le fond du ravin. Par conséquent la configuration primitive n'existe plus.

HISTORIQUE

C'est en novembre 1885 que cette grotte fut découverte. Les sondages qui furent effectués peu après mirent à jour des lames en silex, des pointes en os, ainsi que des fragments de poterie gravée, d'un beau type, et nous décidèrent à faire des fouilles régulières.

Les premiers travaux furent entrepris en mars 1886. On ouvrit la

tranchée à un mètre environ en dehors de l'ouverture de la grotte et on la poussa jusqu'à la rencontre du rocher. Un squelette et plusieurs ossements humains furent découverts.

Le 10 avril, les fouilles furent continuées et permirent de montrer que le rocher que nous avions trouvé à 1m, 20 formait sur le seuil de la grotte une espèce de marche régulière de 1m, 30 de longueur.

Pendant quelques mois, ces travaux furent entretenus par des ubsides fournis par le Musée d'Oran. Puis, quand ces secours furent épuisés, il fallut cesser les recherches. Nous les reprîmes en mars 1888, au moment du Congrès d'Oran, pour les interrompre presque immédiatement. Ce fut à cette époque que la Section d'Anthropologie visita les tranchées que nous avions fait préparer pour la circonstance, visite qui fut suivie d'une longue discussion sur l'époque et les analogies que la grotte présentait avec des similaires étrangers. Une subvention de 300 francs demandée par l'un de nous fut accordée par l'Association et permit de continuer les travaux. Nous fîmes fouiller les pentes qui s'étendent devant la grotte et une grande partie de celle-ci. Le crédit achevé, on dut de nouveau abandonner le terrain. Enfin, grâce au concours dévoué de quelques amis : MM. Jacques, propriétaire à Eckmühl et amateur passionné pour ces recherches; Doumergue, professeur au lycée d'Oran, et Albert Pallary, ouvrier mécanicien, nous pûmes à peu près déblayer l'intérieur avec des alternatives de repos et de travail. Nous fûmes bientôt arrêtés par les gros rochers éboulés qui barraient l'ouverture de la grotte : il fallut employer la mine; et ce n'est enfin qu'en juillet 1891 que nous eûmes la satisfaction de donner le dernier coup de pioche.

SYNONYMIE ET BIBLIOGRAPHIE

Les cartes de l'État-major des environs d'Oran, pas plus que celles du Cadastre, ne donnent un nom au ravin dans lequel se trouve la grotte. Aussi, après avoir consulté bon nombre de documents, de personnes connaissant bien le pays : vieux Oranais et indigènes, nous avons dû, pour éviter des confusions incommodes, donner un nom à cette grotte. C'est sous celui de grotte des Troglodytes que nous allons la décrire, et nous espérons bien que ce nom lui sera conservé par tous les paléoethnologues.

La première mention de cette grotte est faite dans les comptes rendus du Congrès de Toulouse, vol. I, p. 295, sous la rubrique : M. Pallary. — *Sur quelques stations du département d'Oran*. Le même auteur a publié dans la Revue : *Études orientales et africaines*, Paris, 1888, une très courte note (p. 85 et 86) sur cette caverne.

Au Congrès d'Oran, nous avons fait encore une communication à la

Section d'Anthropologie (Comptes rendus, vol. I, p. 200 et 206). La grotte des Troglodytes est mentionnée sous le synonyme de grotte du Ravin, que nous ne conservons pas.

ÉTUDE DES COUCHES

Le terreau qui forme le sol de la grotte étudiée comprend deux couches bien caractérisées par leur aspect et leur industrie :

1° Une couche inférieure blanchâtre, très compacte, passant sur quelques points à la dureté des brèches osseuses et pétrie d'hélix écrasés. Les ossements y sont très rares et ceux qu'on y trouve tombent en poussière presque immédiatement. Par contre, les silex du type moustérien sont assez communs. Sur quelques points, cette couche atteint jusqu'à $0^m, 85$ d'épaisseur et elle entoure des foyers paléolithiques avec des débris d'un grand bœuf indéterminé. Elle paraît être synchronique des dépôts stalagmitiques déposés sur le bord gauche de la grotte, et enchâssant dans une brèche très dure des ossements fracturés et des silex taillés.

2° Une couche supérieure à terreau très noir, riche en ossements et coquilles marines et terrestres ; avec lames et objets en silex très finement retouchés, objets en os poli, objets de parure, haches polies et poteries ornementées. Nombreux lits de cendres blanches, mais sans solution de continuité. Sur les parois de la grotte, les infiltrations calcaires ont converti des portions du dépôt en une brèche assez dure.

Cette couche est d'épaisseur variable : elle atteint sur quelques points 3 mètres ; au seuil cette épaisseur ne dépasse pas $0^m, 80$, mais la profondeur moyenne est de $1^m, 80$ à 2 mètres.

3° Enfin, à la superficie, on voit aussi une couche peu épaisse de déjections de chèvres et de moutons, de formation actuelle. Les nombreuses grottes du massif servent aujourd'hui d'abri aux bergers qui y parquent les ruminants confiés à leur garde et font de nombreux foyers, tant pour leur chauffage que pour leur nourriture.

Les pentes qui mènent à la grotte sont recouvertes par une coulée de terre dans laquelle on trouve des coquilles et des éclats de silex, ainsi que des cailloux ayant subi l'action du feu. Il est facile d'expliquer la présence et l'origine de ce terreau dans cet endroit.

A l'époque néolithique, la grotte a dû être habitée pendant une longue durée de temps ; à mesure que les habitants mouraient, ils étaient enterrés dans la grotte, puis, comme les déchets de nourriture, les cendres, les pierres s'y accumulaient rapidement et la rendaient inhabitable, les survivants rejetaient en dehors, sur les pentes du coteau, et terres et ossements. Cette opération a dû être renouvelée très fréquemment, car l'épaisseur des détritus, à 10 mètres en dehors du seuil, atteint jusqu'à 1^m 60, et nous ne

tenons pas compte de l'ablation de terrain amenée par les pluies ou les vents.

Nul doute aussi que les indigènes de l'époque ne se soient établis sur les pentes, mais il est impossible de donner cette origine à la coulée de terre. L'apport ainsi amené a dû même être très faible et ne doit pas entrer en ligne de compte.

Avant d'entreprendre l'étude de l'industrie et de la faune, et pour éviter toute équivoque ou toute objection, nous allons préciser les deux points suivants :

1° Les couches existant avant nos fouilles dans la grotte étaient en place. S'il y a eu un remaniement, il n'a été que superficiel. Le dépôt moyen n'a pas été bouleversé, car les lits de cendres que nous avons trouvés avaient conservé leur horizontalité.

2° Les rochers qui barraient l'entrée ne sont tombés que vers la fin de l'occupation de la grotte, car ils reposaient tous sur la couche archéologique. Aucun d'eux n'était en contact immédiat avec le sol naturel.

INDUSTRIE. — COUCHE INFÉRIEURE.

Les outils ou armes trouvés dans la couche compacte blanche sont tous d'assez fortes dimensions et taillés sur une seule face. Ce sont surtout des calcaires, des silex et quelques quartzites.

Les pointes sont assez rares, mais les racloirs circulaires sont assez fréquents. En général, pointes et racloirs sont taillés à grands éclats et ne portent point de traces de retouches.

Nous ne pouvons assimiler cette industrie qu'à celle du Moustier. D'ailleurs, la composition de la couche et la présence de ces gros outils assignent une période franchement quaternaire. Malheureusement, cette affirmation n'est pas corroborée par la présence d'une faune spéciale.

Les outils les plus remarquables de ce dépôt sont :

1° Des pointes en silex ou calcaire dur taillées sur une seule face, et présentant sur l'autre face la forme amygdaloïde. La taille est à grands éclats, sans retouches; les bords sont très tranchants. Quelques exemplaires en quartzite portent sur la face inférieure (côté du conchoïde) quelques éclats produits par la taille défectueuse de cette roche. Les pointes en calcaire sont très bien éclatées. Leur longueur varie de 6 à 10 centimètres et leur largeur de 3 à 5.

2° Des racloirs ou outils analogues de formes très variées; le type le plus fréquent est un large éclat elliptique ou circulaire taillé sur une seule face. On a enlevé des portions de silex de manière à en rendre les bords très aigus. Un de ces racloirs mesure 8 centimètres de longueur sur 7 de largeur; l'épaisseur médiane atteint 2 centimètres.

D'autres ne sont que de simples éclats sans aucun autre travail; mais on les a choisis assez réguliers pour en rendre la retaille inutile.

3° Nous avons extrait aussi des éclats sans formes définies, des galets en

quartzite provenant des plages des environs d'Oran et ayant servi de percuteurs, des pierres calcinées en assez grande abondance et de rares débris d'ossements, entre autres un fragment de molaire de *Rhinocéros*.

COUCHE SUPÉRIEURE

C'est surtout dans la couche supérieure que l'industrie est bien caractérisée et ne permet aucun doute sur son classement. Nous nous trouvons en présence d'outils et d'armes tranchant, par leur petitesse, leur légèreté et surtout par leur travail, avec les gros outils de la couche précédente. Dans celle-ci, la pierre et l'os poli, les objets de parure en coquilles et la poterie font leur apparition et permettent de la classer, sans hésitation aucune, dans la belle période néolithique.

Nous avons extrait de cette couche une très grande variété d'armes et d'outils en pierre et en os que nous allons étudier séparément.

INSTRUMENTS EN PIERRE

Les lames en silex non retaillées sont relativement peu nombreuses et reproduisent les types classiques : elles sont minces, étroites, un peu arquées dans leur longueur et présentent sur la face supérieure une, deux et quelquefois trois arêtes longitudinales. Parfois, la lame se termine en pointe assez aiguë. Les bords sont toujours très tranchants.

En général, les lames sont courtes et ne dépassent guère cinq centimètres; quelques-unes sont minuscules.

Quelques lames pédonculées semblent indiquer qu'on devait les emmancher. Nous n'avons pas été assez heureux pour trouver des couteaux avec leur monture.

Les lames retaillées sur les bords sont les plus fréquentes. Elles sont plus épaisses et plus longues que les précédentes. Les retouches ne portent que sur les bords tranchants de la lame et varient beaucoup. Il y a des échantillons entièrement retouchés sur tout le pourtour, sur d'autres la retaille ne porte que sur des parties du bord.

La lame ainsi modifiée a les bords ondulés : les retouches sont très serrées, mais ne décrivent pas un arc de cercle aussi grand que dans les lames à encoches. Nous n'avons pu déterminer l'usage de ces outils. Étaient-ce des scies?

Les lames à encoches sont bien caractérisées : ce sont aussi de longs éclats de silex assez épais et portant sur les bords et sur une seule face des encoches soigneusement retaillées et formant dans la lame une courbe régulière. Ces lames sont très communes; elles portent le plus souvent ces encoches au nombre de deux ou trois sur leurs deux bords. Il est probable que les plus petites servaient à régulariser les esquilles d'os pour en faire des poinçons ou des harpons et que les plus grandes servaient à racler les bâtons de flèches.

Ces lames sont rares en France ; M. L. Siret en a trouvé en assez bon nombre dans les stations néolithiques du sud-est de l'Espagne.

Les burins s'écartent quelque peu des types du robenhausien français. Le plus remarquable est une lame triangulaire de silex de forme scalène. Le côté

le plus long est très tranchant et ne porte pas de trace de retaille, mais les deux autres côtés ont été très finement retouchés de manière à produire avec le premier côté deux angles très aigus.

Les racloirs ou grattoirs proprement dits, avec ou sans pédoncule, sont très rares, mais on peut classer dans cette catégorie une bonne série de lames retouchées sur tous leurs bords et trois ou quatre grattoirs concaves (1) dont l'usage devait être le même que celui des lames à encoches. Sur un de ces racloirs à courbure concave, on ne s'est pas contenté de retoucher la courbure, on a aussi retaillé la pièce sur tout son pourtour probablement pour finir le travail avec le même outil (2).

Sous le nom de *bec de perroquet*, on a désigné des perçoirs obliques ou des « burins obtenus sur le bord d'un éclat et obliquement de façon à affecter la forme d'un bec de perroquet ». Ces outils ont été trouvés dans le dépôt qui nous occupe. Seulement le bord du bec est retouché comme tout le reste de la pièce, ce qui est assez rare dans les autres localités (3).

Les perçoirs sont des pointes de silex retaillées en forme de cône étroit et très allongé. Ces outils servaient à trouer les coquilles et autres ornements. On les connaît aussi sous les noms de forets ou de poinçons en silex. Nous en avons trouvé quelques-uns confectionnés avec des lames de silex retaillées sur leurs bords et dont on a façonné la partie supérieure en forme de pointe.

Un autre perçoir presque usé provient d'un éclat de silex que l'on a retouché sur un bord presque rectiligne en ménageant un éperon court assez aigu et également retaillé. Il suffit de voir seulement cet outil pour en comprendre la fonction (4).

Les pointes se partagent en deux séries : celles qui sont retaillées et celles qui ne le sont pas.

Ces dernières ont été faites par éclat et d'un seul coup; la forme voulue a été obtenue d'un seul jet et sans autre travail. Elles sont très aiguës et à bords très coupants; nous en avons de un à quatre centimètres de longueur.

Les pointes retaillées sont aussi de faibles dimensions : la plus longue atteint trois centimètres et demi. Ce sont, pour la plupart, des lames étroites de silex à une ou deux arêtes longitudinales, peu épaisses, et dont le sommet a été façonné en pointe à l'aide de petites retouches portant sur les bords de la moitié supérieure de la lame : la base est rarement retouchée (5).

Avec ce type classique nous avons trouvé d'autres pointes de petites dimensions en forme de prisme triangulaire droit portant de fines retouches sur le dos, mais dont l'arête opposée est très vive.

On doit ranger dans cette catégorie toute une série de petits silex trapézoïdaux assez communs en France, plus abondants dans le sud de l'Espagne, et dont les usages n'ont pas encore été bien définis.

Ce sont des lames de silex blanc ou noir cassées obliquement aux arêtes et

(1) Ces grattoirs sont absolument semblables, sauf la différence d'époque et de grandeur, avec ceux décrits dans le *Bull. Soc. Anthr. de Paris*, 1889, p. 67. — Voy. aussi : *La Société, l'École et le Lab. d'Anthr.*, p. 191, fig. 84 et 85.

(2) John Evans figure dans *les Ages de la pierre*, p. 314, un outil trouvé à Yorkshire, qui, réduit de moitié, est absolument le même que celui que nous décrivons.

(3) Le journal *l'Homme* donne, à la page 291 de l'année 1886, la figure (120) d'un bec de perroquet en silex trouvé dans l'abri de Souci (Dordogne), qui est en tout pareil au nôtre.

(4) Ressemble au perçoir figuré dans *la Société, l'École*, etc., p. 231, fig. 157; seulement la pointe est beaucoup moins longue.

(5) Réduits des deux tiers, les dessins 61 et 62, p. 170, de *la Société, l'École*, etc., représentent très bien ces pointes.

auxquelles on a donné la forme d'un tranchet en retouchant très soigneusement les cassures, mais en laissant un et même les deux bords lisses (1).

Nous avons à signaler aussi la présence de très rares tranchets en silex. Leur hauteur moyenne est de 2 centimètres et la base coupante mesure aussi 2 centimètres.

Mais ce qui caractérise surtout l'âge du dépôt supérieur de la grotte des Troglodytes, ce sont les haches en pierre polie et les pointes de flèches.

Nous n'avons que trois pointes de flèches avec pédoncule bien apparent.

La première est à ailerons, elle est très mince, très bien travaillée; c'est un vrai bijou néolithique. Le pédoncule et un bout de l'aileron gauche ont été brisés. Cette flèche, retaillée finement *sur les deux faces*, est unique dans cette grotte.

La seconde pointe est certainement une réminiscence des formes solutréennes. Elle n'est taillée que sur une seule face et possède un cran bien accentué sur le côté gauche.

La troisième est assez grossière : elle est d'ailleurs plus longue que les deux premières (22 millmètres). La base de cette pointe a été arrangée en forme de pédoncule : le bord droit a été retaillé, mais le bord gauche est lisse. Vue de côté, cette lame offre, dans le sens de la longueur, une courbure très accentuée.

Mentionnons aussi une lame en silex noir, de 3 centimètres de longueur, à une face lisse dont tous les bords ont été bien retaillés de façon à lui donner la forme d'une feuille de laurier.

Pour achever l'énumération des objets en silex, nous ferons mention des nucléus de silex. Ces nucléus ont fourni de belles lames étroites, minces et allongées qui ont été enlevées très régulièrement et donnent ainsi au nucléus la forme d'une pyramide polygonale à section uniforme; cela indique de la part des ouvriers une grande habileté pour la taille du silex. La présence de plusieurs nucléus prouve que les indigènes avaient établi leur atelier dans la grotte même.

La petitesse, la légèreté, le fini du travail et la nature du silex offrent un contraste frappant avec les outils si nombreux de l'atelier en plein air du polygone d'Eckmühl, distant de 500 à 600 mètres à peine. Au Polygone, les quartzites dominent, le silex est très variable, les pointes de flèches sont très communes et tous les outils sont beaucoup plus massifs et de taille plus grossière que ceux de la grotte. Cette comparaison n'est pas inutile, car elle servira plus tard pour déterminer les époques respectives des deux stations.

Trois haches polies en roche ophitique ont été retirées des terres fouillées : la première appartient à M. G. Carrière; la seconde mesure 6 centimètres et demi de longueur. Elles sont toutes les deux cylindriques (forme en bourrelet ou en boudin), piquetées à la base et parfaitement polies sur le milieu et sur le tranchant. La troisième, à coupe elliptique, a été trouvée sous un rocher et, quoique brisée, mesure 9 centimètres de long.

INSTRUMENTS EN OS

Les outils en os se répartissent en : poinçons, harpons, hameçons, aiguilles, couteaux, lissoirs et autres d'usages indéterminés.

(1) A la page 195 de la *Société, l'École*, etc., on verra la représentation de plusiours de ces petits instruments en silex. — Voyez aussi *l'Homme*, 1884, p. 145, et 1885, p. 689.

Tous sont en os parfaitement poli : quelques-uns sont recouverts par une croûte noire, certains autres sont colorés par de l'ocre rouge.

Les poinçons servaient à trouer les peaux d'animaux et à graver les dessins sur les poteries. Leur facture est des plus élémentaires : c'est le plus souvent un morceau de côte dont on a façonné le bout en pointe et que l'on a poli soigneusement en laissant le reste de l'os brut; d'autres ont été faits avec le cubitus d'un petit mammifère, que l'on a fendu en deux et que l'on a poli soigneusement. Le plus long est une moitié de tibia de mouton et mesure 9 centimètres de longueur.

Les harpons sont de longs éclats d'os, assez étroits et parfaitement polis : leurs extrémités sont façonnées en pointes très aiguës (1). Il est rare que cet instrument soit parfaitement vertical; ordinairement les deux extrémités forment une courbe très accusée, qui permettait de mieux assujettir le trait après sa hampe. Leurs dimensions en longueur varient depuis 9 jusqu'à 18 centimètres.

Quand un des bouts du harpon se brisait, on essayait d'en refaire un autre en aiguisant la cassure. Nous en avons plusieurs qui ont été ainsi affûtés à nouveau.

Nous ignorons pourquoi certaines de ces armes sont complètement noircies: les a-t-on passées au feu pour les durcir, ou simplement pour les colorer, ou encore la coloration est-elle artificielle?

Les harpons devaient servir comme traits au bout des lances, javelots, flèches ou sagaies : il semble qu'à Oran les naturels s'en soient fort peu servis pour la pêche, car nous n'avons trouvé dans la riche faune de la grotte aucun ossement de mammifère marin ou de poisson. C'était surtout pour la chasse sur terre qu'ils devaient utiliser ces armes.

Pour la pêche, ils se servaient de préférence d'hameçons dont nous avons recueilli deux exemplaires. L'un est l'hameçon élémentaire (2) : c'est une petite aiguille d'os, longue de 45 millimètres, droite, arrondie et appointée par les deux bouts; l'autre est plus compliquée : c'est une portion de côte longue de 8 centimètres et dont la base a été soigneusement unie et amincie en forme de pointe aiguë. C'est, à fort peu de chose près, la forme des hameçons actuels : seulement la taille est excessive pour une pièce de cette époque.

Sous le nom d'aiguilles, nous désignons des poinçons très déliés et bien polis sur toute leur étendue, mesurant de 4 à 8 centimètres de longueur, qui servaient à trouer les peaux que l'on maintenait ensuite avec des brins d'alfa ou de sparte. Nous n'en avons trouvé aucune de plus petites dimensions et portant un chas.

Nous avons toute une série d'os polis dont le plus grand mesure 16 centimètres et le plus petit 8 centimètres de longueur, la largeur maxima étant à peu près uniforme (2 centimètres). Ces instruments sont parfaitements polis sur toutes leurs faces : l'extrémité supérieure se termine en pointe, mais l'extrémité inférieure forme un angle aigu à côté courbe. Chez les plus longs exemplaires, cette courbe est peu accusée, mais à mesure que la longueur diminue, elle s'accentue davantage. Quel était l'usage de ces pointes? Nous ne pouvons le dire; il est possible que le côté courbe, qui est soigneusement affûté, ait été destiné à dépouiller les animaux.

(1) Dans les comptes rendus du Congrès d'Oran, t. XVII, pl. VII, fig. 4, M. G. Carrière a figuré un de ces harpons.

(2) M. G. de Mortillet décrit et reproduit un de ces hameçons droits à la page 27, fig. 14 B, de son livre : *Origine de la navigation et de la pêche*. Paris, 1867.

Il y a aussi à mentionner les lissoirs ou portions d'ossements assez bien polis, mais dont les extrémités sont arrondies en forme de gland *(fig. 1)* : ceux que nous possédons ont 5 et même 7 centimètres de longueur (1).

Parmi les ossements polis, nous en avons remarqué un à bouts brisés, recou-

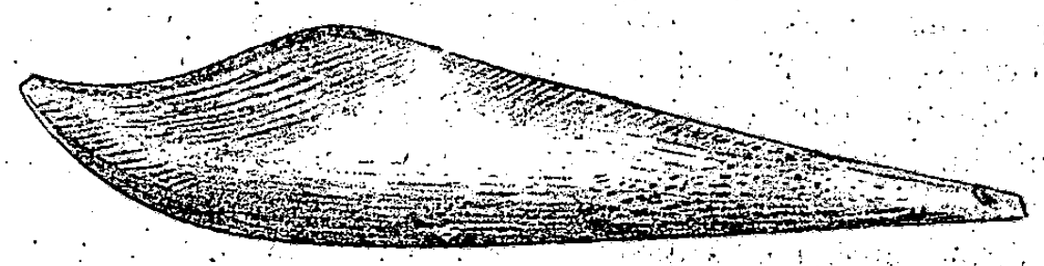


Fig. 1.

vert par une croûte assez adhérente de couleur rouge lie de vin, d'hématite rouge. C'est sans doute avec cette palette que les hommes de l'époque étendaient sur leur corps l'enduit ou la peinture rouge dont ils aimaient à s'orner.

Il serait fastidieux d'énumérer les séries montrant le travail de l'os, depuis l'os brut et l'esquille détachée jusqu'à l'os parfaitement poli. Ces détails sont trop connus pour que nous insistions davantage.

OBJETS DE PARURE

A côté de ces restes de la vie purement matérielle, nous trouvons aussi d'autres objets qui montrent que dans le nord de l'Afrique, comme partout ailleurs, la parure était une des préoccupations les plus vives des naturels de l'époque. Nous avons des témoins dans les ornements en coquilles et en portions de coquilles.

Parmi les coquilles entières trouées pour être suspendues, nous avons :

Un grand cône indéterminé (5 centimètres et demi de long), disparu aujourd'hui de la Méditerranée, mais assez commun à la fin du quaternaire algérien (plages soulevées), percé sur le bord externe d'un large trou irrégulier (2 × 1) qui ne traverse pas la coquille de part en part. La lanière devait ressortir par la bouche.

Plusieurs columbelles *(Columbella rustica* Lin.) et une turritelle percées de la même manière et qui, ajoutées l'une après l'autre, devaient former des colliers.

Des valves séparées de *Pectunculus violacescens*, trouées à leur sommet près de la charnière : les bords de la coquille ont été également usés.

Des portions de *Cardium* portent aussi chacun un trou de suspension.

Les fragments de coquilles en forme de griffes ou de haricots qui ont servi à l'ornementation sont plus communes. Ce sont surtout des débris de pectoncles ramassés sur les plages, tout façonnés et polis, et qui ont été percés d'un ou de deux trous à leurs extrémités.

Nous possédons aussi une pendeloque curieuse mesurant 4 centimètres de longueur sur 3 centimètres et demi de largeur. Elle est formée des deux dernières plaques anales du plastron, côté droit, de la tortue de Mauritanie. Elle porte au milieu de la première plaque un trou régulier de 5 millimètres de diamètre. Le bord externe a été laissé brut, ainsi que la seconde suture transverse, mais la suture médiane (en long) a été parfaitement polie pour en amincir et rendre les bords tranchants.

(1) Voir un de ces lissoirs dans le 2e volume du Congrès d'Oran, t. XVII, pl. VII, fig. 3.

POTERIES

Aucun vase entier n'a été trouvé dans la grotte, mais de nombreux fragments nous ont permis d'en reconstituer les formes. Les poteries sont lisses, gravées, ornées en relief ou bien gravées et sculptées à la fois : elles semblent avoir été faites au tour et lissées avec des tampons d'alfa ou de sparte.

Quelques-unes portent un enduit vernissé provenant de la cuisson, d'autres sont en pâte rouge avec des paillettes de mica et présentent à l'intérieur une belle couverte rouge, tandis que l'extérieur en est dépourvu. Leur épaisseur est assez forte (6 à 10 millimètres en moyenne).

En général, les poteries sont à bords droits (3/5) ou peu recourbés (2/5), à panse ventrue et à base conique comme celle des amphores; elles sont rarement pourvues d'anses trouées (3/10) et plus souvent (7/10) d'anses pleines.

Nous n'en avons pas trouvé à fond plat ou à pied. Les ornements sont toujours placés au sommet du vase, autour du col, près des anses et quelquefois sur la panse, mais les fonds ne portent aucune décoration.

La pâte de ces poteries est faite d'argile parsemée de fragments de quartz, ce qui semble prouver qu'elle a été faite avec de l'argile mêlée à du sable lavé. La cuisson subie par elle est des plus modérées.

Sur bon nombre de pièces nous trouvons des trous coniques qui indiquent que, lorsque les anses se détachaient ou une portion du vase se brisait, on utilisait le reste de la poterie en l'attachant avec des cordons ou des tresses végétales.

Nous ferons remarquer — comme cela a été fait pour plusieurs localités — que les dessins sont purement géométriques et ne reproduisent jamais ni un animal ni un végétal, ou d'autres objets animés dont la vue était journalière aux Troglodytes oranais.

Les formes des vases peuvent se rapporter aux types suivants *(fig. 2)*:

1. — Vase à bords fortement recourbés, pouvant être suspendu par une lanière passée autour du col. Le plus souvent sans ornementation.

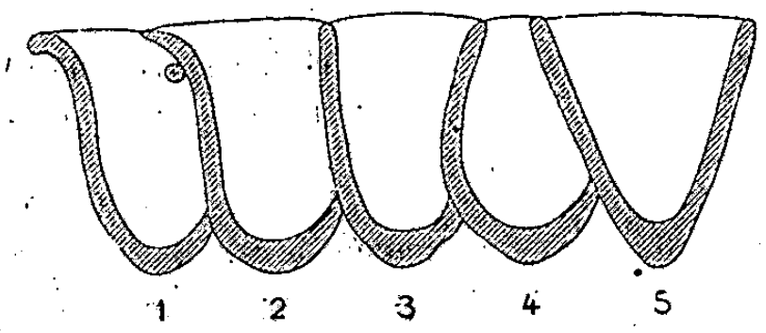


Fig. 2.

2. — Vase en forme de tulipe, porteur d'anses pleines ou trouées ajoutées après et richement orné. Quelques-uns de ces vases sont en pâte noire très fine; d'autres sont en pâte rougeâtre, ce qui indique une fabrication soignée.

3. — Vase à bords presque droits et à panse légèrement bombée. Cette forme est assez rare.

4. — Vase à bords inclinés intérieurement et à panse très bombée. C'est le type le plus fréquent et celui dont l'ornementation laisse le plus à désirer.

5. — Vase conique à bords obliques, assez peu commun.

Les anses sont de simples tessons pleins à tête cylindrique ou sphérique (un d'eux mesure 4 centimètres de diamètre), qui ont été ajoutés, au nombre de deux ou de quatre, sur le contour et près des bords du vase.

Rarement (3/10) les anses sont trouées : une d'entre elles est ornée de dessins en creux assez réguliers.

Avec les anses et les poteries nous avons retiré quelques rondelles en terre

cuite de 3 à 7 centimètres de diamètre: Étaient-ce des poids de fuseaux ou de filets ?

L'ornementation des poteries est très variée : pour mieux l'étudier, nous la classerons en trois groupes :

1° Poterie simplement gravée; 2° poterie simplement sculptée; 3° poterie gravée et sculptée.

Nous subdivisons chaque groupe en deux séries : *a*, poteries à bords lisses; *b*, poteries à bords ornementés.

1° *a*. — Dans le premier groupe *(fig. 3)*, nous mettons les poteries ornées de simples filets en creux horizontaux (I), au nombre de quatre, quelquefois de six. — Celles qui portent de petits creux quadrangulaires produits par un poinçon sur deux ou trois rangées (II). Au-dessous de la dernière rangée se voient parfois un ou deux sillons horizontaux parallèles aux rangées de creux. — Celles qui

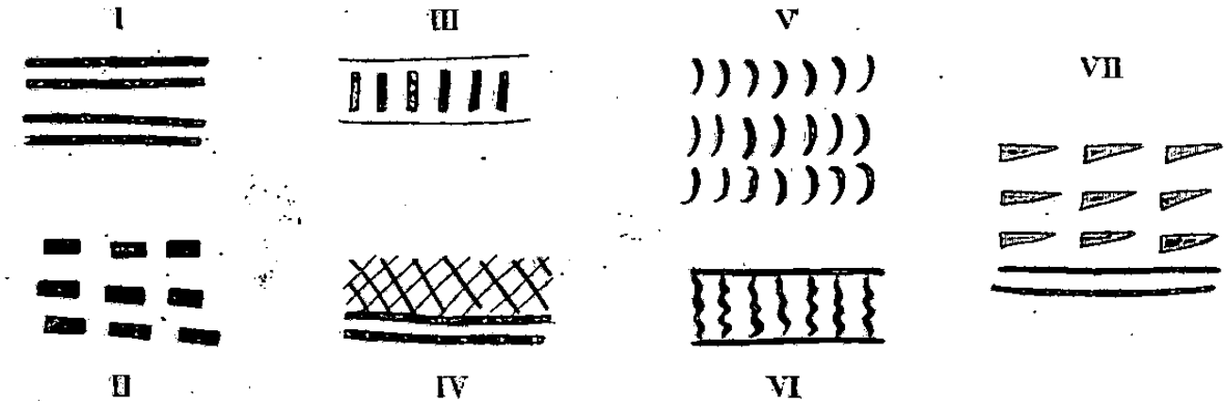


Fig. 3.

portent des lignes verticales parallèles (III). — Celles qui portent des hachures inclinées au-dessus où entre deux à quatre sillons horizontaux (IV). — Celles qui portent des courbures verticales faites certainement par des coups d'ongle, sur une, deux et quatre rangées (V). Sur certains échantillons, une ou deux lignes horizontales ferment le dessin par en bas. — Celles qui ont des lignes ondulées verticalement, assez rapprochées les unes des autres et disposées perpendiculairement entre deux bandes horizontales (VI). — Enfin, celles dont les dessins sont en forme de coins (VII). Un débris (Musée d'Oran) en porte six rangées horizontales au-dessus de trois lignes parallèles.

b. — La seconde série de ce groupe comprend quelques morceaux présentant plusieurs sillons parallèles, de largeur et de profondeur irrégulières, qui devaient s'étendre sur toute la hauteur du vase. Les bords sont parfaitement striés par deux lignes inclinées se coupant à angle droit, comme le signe de la multiplication. — Un autre tesson porte sur la face extérieure des lignes ondulées, parallèles, intercalées perpendiculairement entre deux bandes horizontales et sur les bords de profondes stries perpendiculaires, espacées de 5 millimètres et formant des dents régulières. — Un autre fragment est orné sur le rebord de coups d'ongle et sur la face extérieure de lignes horizontales par rangées de quatre alternant avec des coups d'ongle verticaux et assez régulièrement espacés.

2. — Les potéries sculptées comprennent surtout des vases à la surface desquels on a ménagé, lors du tournage, une ou plusieurs moulures demi-cylindriques.

Les poteries simplement sculptées, sans aucun autre travail, sont excessivement rares, nous n'en avons que deux morceaux portant une espèce de torsade en fort relief.

3 *a*. — En revanche, les tessons gravés et sculptés sont plus nombreux. Ce sont aussi des fragments de vases portant en saillie ou en creux une ou deux bandes parallèles au bord, sur lesquelles on a gravé en creux des lignes horizontales, verticales et obliques, ou simplement des coups d'ongle *(fig. 4)*.

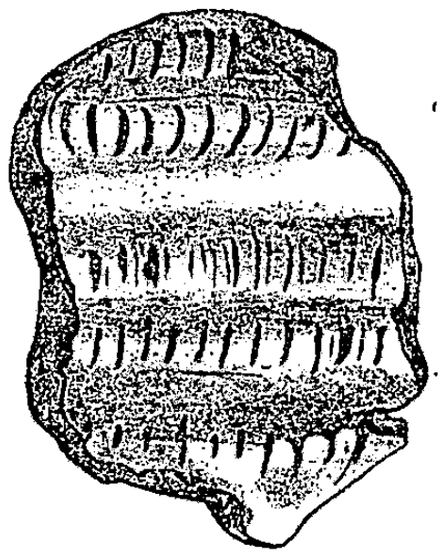


Fig. 4.

Quelques dessins de lignes verticales sont curieux : on ne les a pas tracés d'un seul trait, mais en enfonçant à quatre reprises, et à la suite l'un de l'autre, le bout d'un poinçon.

b. — Nous avons une poterie avec des bandes verticales ainsi produites dont le rebord est orné de creux qui le rendent ondulé.

Pour en finir avec les poteries, nous citerons encore des débris de vase recouverts à l'intérieur d'une belle couverte de vernis rouge et noirâtres à l'extérieur. La pâte est très fine et contient beaucoup de mica. Mais ce qui rend cette poterie intéressante, ce sont les zones de pleins et de creux qu'elle porte sur la face *intérieure*, la face extérieure restant lisse.

OSSEMENTS HUMAINS

La petitesse des dimensions de la grotte et le peu d'épaisseur de la couche archéologique ne nous permettent pas de supposer qu'elle ait pu servir à la fois d'habitation aux vivants et de sépulture aux morts, mais plutôt qu'elle a servi alternativement à ces deux usages.

Lorsque les vivants s'installaient dans la grotte, ils déblayaient le sol et rejetaient tous les détritus sur la pente du ravin. Dans ces déblais, les ossements humains étaient en grande quantité, mais brisés en petits fragments et ne pouvant, par conséquent, fournir aucune indication.

Dans la grotte, les ossements étaient aussi nombreux et presque tous fracturés.

Un seul squelette a été trouvé entier lors de nos premières fouilles : il était en dehors du seuil et dans une position telle qu'elle ne permet pas de supposer que le cadavre ait été enseveli en cet endroit. Tous les os se trouvaient dans leur connexion naturelle ; ils ont été recueillis et déposés au Musée d'Oran. Au milieu des os de ce squelette, nous avons trouvé quelques os longs provenant d'autres cadavres.

Un deuxième squelette a été découvert dans la grotte, par M. L. Siret, à l'époque du Congrès d'Oran. Le crâne et le tronc se trouvaient en place, mais les membres inférieurs et une partie des membres supérieurs manquaient. Si un cadavre avait été enterré en cet endroit, il avait dû être déplacé postérieurement.

Le nombre des cadavres inhumés dans la grotte a dû être considérable : il y a autant d'ossements d'adultes que d'enfants.

Deux crânes seuls ont pu être reconstitués : celui du squelette extérieur et celui trouvé par M. Siret. Ces deux crânes sont dolichocéphales ; ils sont remarquables par l'épaisseur des os du crâne, par la proéminence des arcades sourcilières et le front fuyant. Les maxillaires sont très forts et les insertions des muscles masticateurs saillantes. Les os longs indiquent une race robuste, forte et de taille moyenne ($1^{m},514$).

Quelques humérus sont percés à la cavité olécranienne. Les tibias sont tous platycnémiques.

FAUNE

La faune de la grotte des Troglodytes est très variée et très nombreuse : elle ne comprend pas moins de cinquante-huit espèces (1), dont seize de mammifères, deux d'oiseaux, deux de reptiles, une de crustacé et trente-sept de mollusques.

En général, les ossements sont en bon état : ils sont presque tous fragmentés, incisés et calcinés, et se rapportent aux espèces suivantes :

VERTÉBRÉS

MAMMIFÈRES. — Carnassiers. — *Renard* (*Canis niloticus* (?), Geoff. St-Hil.). — Espèce plus forte que le type actuel. Les débris caractéristiques se composent de mâchoires inférieures.

L'absence du chien est remarquable ; nous ne l'avons pas trouvé non plus dans les gisements quaternaires algériens. Peut-on en conclure que le chien n'existait pas dans le nord de l'Afrique aux époques anciennes ? Cela est probable.

Rongeurs. — *Porc-épic* (*Hystrix cristata* Linné). — Sa présence est établie par quatre mâchoires inférieures et quelques incisives et molaires. Espèce peu différente du porc-épic actuel.

Trois autres rongeurs : lièvre ou lapin, rat et souris, sont à déterminer.

Rhinocéros (*Rhinoceros mauretanicus* Pom.) (?). — Un fragment de molaire suffisant pour caractériser au moins le genre. Provient d'un foyer de la couche inférieure.

Pachydermes. — *Cheval* (*Equus*.....). — Assez rare. Représenté par quelques pièces qui ne permettent pas d'identifier ce cheval à l'*Equus mauretanicus* Pomel de Palikao. L'absence de canons et la rareté des dents et autres ossements est curieuse à noter.

Ane (*Asinus*.....). — Un métatarsien.

Sanglier (*Sus scrofa* Linné). — Mâchoires inférieures et ossements sont communs : les molaires sont peu volumineuses et se rapprochent considérablement de l'espèce quaternaire que nous avons trouvée à Palikao.

Gazelle (*Gazella dorcas* Pallas). — Caractérisée par un noyau osseux de corne avec un fragment de l'os frontal, d'autres portions de cornes et un radius. Ces ossements ne présentent aucune différence avec ceux de l'espèce actuelle.

Grande antilope (*Alcelaphus bubalis* Pallas). — Des fragments de mâchoires inférieures et supérieures et des molaires séparées peuvent être rapportées sans hésitation aucune à cette espèce. Le bubale a émigré à une époque peu lointaine dans les Hauts-Plateaux et le Sahara.

D'autres dents permettent de croire à la présence d'un élaphien de taille intermédiaire. Les pièces essentielles sont malheureusement trop rares.

Bœuf (*Bos species*) (?). — Espèce de très grande taille et probablement nouvelle, disparue de l'Algérie ou éteinte. Nous avons trouvé dans des foyers isolés de nombreux ossements fracturés, mais très bien conservés pour l'étude ; ce sont : plusieurs fragments de cornes avec leurs attaches au frontal, quelques

(1) Ce nombre n'est pas définitif. Il reste encore beaucoup d'ossements à étudier, et il n'est pas douteux qu'il ne se trouve encore quelques espèces à déterminer.

vertèbres, de nombreux débris du crâne, des molaires et des portions de mâchoires, un métacarpien du côté gauche, une tête de tibia, une de fémur et une d'humérus.

Les cornes sont énormes : elles mesurent à la base dix centimètres de diamètre ; leur section est parfaitement circulaire, elles sont profondément cannelées d'une manière régulière ; l'intérieur des cornes est caverneux, mais avec de grandes cellules. Les dimensions des autres ossements indiquent pour ce bœuf une taille quelque peu supérieure à celle du *Bubalus antiquus* Duvern. et à l'aurochs.

Les grands bœufs apparaissent dans le nord de l'Afrique vers la fin du quaternaire, mais ils sont très abondants pendant la pierre polie.

On voit des bœufs sur les rochers gravés de Tyout. Les grottes de Mers-el-Kébir et le dépôt supérieur de la sablière d'Aboukir ont fourni de nombreux débris de bovidés.

Bœuf (*Bos atlanticus* Blyth) (??). — Diffère peu du bœuf domestique.

Mouton (*Ovis.....*). — Assez fréquent et ne présente aucune différence sensible avec le mouton actuel.

Chèvre (*Capra hispanica*, Linné). — Une corne, une phalange et deux molaires.

OISEAUX. — Échassiers. — *Autruche* (*Struthio camelus* Linné). — Indiquée par de nombreux débris d'œufs dont bon nombre sont calcinés. Ces fragments ne portent aucune trace de gravure. Espèce émigrée dans le Sahara.

Merle (?) et quelques autres espèces à déterminer.

REPTILES. — Cheloniens. — *Tortue* (*Testudo pusilla* Shaw). — Très abondante, cette tortue était recherchée par les Troglodytes, comme le prouvent les nombreux fragments de carapace et les ossements. Elle ne diffère, ni comme taille ni comme forme, de l'espèce actuelle. Une portion du plastron a servi de pendeloque.

Ophidiens. — *Couleuvre* (*Coluber.....*). — Mâchoire inférieure droite d'un gros serpent (?).

ANNELÉS

Crustacés. — *Crabe* (*Maïa squinado* Latreille). — Pointements de la carapace, plusieurs débris de pattes et une portion de pince. Rare.

MOLLUSQUES

L'alimentation des Troglodytes se composait de chairs, d'œufs et de coquilles. Ils mangeaient un peu de toutes les viandes : les œufs d'autruche cuits ou crus entraient pour une bonne part dans leur cuisine. Mais la base de leur alimentation comprenait surtout les coquilles terrestres et marines : les hélices étaient consommées sans aucune distinction ; mais il en était autrement pour les coquilles marines. Trois espèces seulement dominent : la moule, de grande taille, la pourpre et la patelle. Quant aux autres espèces édules : huîtres, pectoncles, vénus, etc., elles étaient négligées ou exclues.

Nous avons noté la présence de vingt-deux espèces marines et de quinze espèces terrestres, dont voici l'énumération.

GASTÉROPODES. — Prosobranches. — *Triton* (*Triton nodiferum* Lamk.). — Nous avons de ce grand mollusque l'extrémité des quatre petites spires : le premier tour a été brisé. Ce qui est singulier, c'est la coloration rougeâtre, couleur lie de vin ou sang de bœuf, que présente cette portion de coquille.

Nous avons déjà vu que des outils en os étaient colorés de la même manière et nous verrons que des morceaux de basalte présentent ce même caractère.

Pourpre (*Purpura hæmastoma* Linné). — Sujets très nombreux, de grande taille et presque tous fracturés dans le sens ou perpendiculairement à l'axe, sans doute pour en extraire l'animal. Plusieurs exemplaires sont calcinés.

Columbelle (*Columbella rustica* Linné). — En assez grand nombre. Le plus souvent perforées sur la dernière spire d'un large trou irrégulier. Ces coquilles servaient d'ornements; quelques-unes sont noircies par le feu, d'autres sont colorées en rouge.

Cône (*Conus sp.*) (?). — Un grand cône indéterminé très rare ou disparu aujourd'hui de la Méditerranée.

Turitelle (*Turitella communis* Risso). — Un seul exemplaire de cette espèce, dont la base a été percée d'un trou de suspension.

Plus les six premières spires d'une espèce de grande taille à stries effacées.

Turbo (*Turbo rugosus* Gmel.). — Nous n'avons qu'une portion de la carène formant un tour complet et qui devait servir d'ornement, car la coquille a les bords usés et porte à l'intérieur des incrustations calcaires.

Monodonte (*Monodonta fragaroïdes* Lamk.). — Très rare.

Nous avons encore deux autres monodontes : l'un à spires canaliculées et l'autre dont la bouche est à bords tranchants, franchement ombiliquée et à spires élevées.

Patelle (*Patella Tarentina* Lamk.). — De toutes dimensions.

Plus cinq espèces à déterminer.

Pulmonifères. — *Testacelle* (*Testacella.....*). — Une coquille calcinée dont la spécification est douteuse.

Hélices. — *Zonites candidissimus* Moq. Tand.; *Z. cariosulus* Bourg.; *Z. beticus* Bourg.

Helix aspersa Müller. — Les individus de cette espèce recueillis par M. Bourguignat dans les dolmens de la Roknia présentent un aplatissement des premiers tours de spire et une dilatation du dernier tour bien caractéristiques. Dans les exemplaires de la grotte des Troglodytes où cette espèce est très abondante, nous n'avons observé comme caractère constant que la seconde de ces observations : la dilatation plus accentuée de la bouche.

Helix punctata Müller; *H. Zapharina* Beck, et var. *Dupotetiana* Terver; *H. lactea* Müller; *H. Lucasi* Deshayes; *H. hieroglyphicula* Michaud; *H. soluta* Mich., et var. *alabastrites* Terver; *H. lenticula* Ferussac.

Bulimus decollatus Bruguière; *Ferussacia Vescoi* Bourg.; *Cyclostoma mamillaris* Lamk.

La contemporanéité est douteuse pour *H. lenticula* et *Ferussacia Vescoi*.

Moule (*Mytilus africanus* Chemn., var. du *M. pictus* Born.). — Très commun; atteint de grandes dimensions. Plusieurs valves portent des traces de cuisson.

Bucardes (*Cardium tuberculatum* Chemn. et *C. edule* Lin.). — Les rares valves que nous avons trouvées étaient fragmentées et portaient à leur sommet un trou de suspension.

Pectoncle (*Pectunculus violacescens* Lamk.). — Les valves ont servi à faire des ornements; nous n'en avons trouvé aucune de complète, ce qui prouve que cette espèce n'était pas consommée. Deux de ces valves, presque entières, ont été simplement percées près de la charnière; d'autres ont été découpées sur leur pourtour en forme de griffes ou de haricots. Cependant il est plus

probable que ces ornements ont été recueillis tout façonnés sur les plages des environs, où l'on trouve des masses de ces formes, et que l'on s'est contenté de les percer seulement (1).

Spondyle (*Spondylus gæderopus* Linné). — Nous ne possédons qu'une seule valve inférieure de ce genre.

Cirrhipèdes. — *Balane* (*Balanus perforatus* Brug., var. *augustus*). — Exemplaires probablement détachés d'autres coquilles. De nombreux mytilus portent des balanes fixées sur leurs faces externes.

MINÉRAUX, ROCHES ET FOSSILES.

Les fouilles ont aussi fourni un certain nombre de minéraux et de fossiles tertiaires dont voici l'énumération :

Calcaire helvétien bitumineux. — A servi à établir des foyers, à entourer les morts et comme pierres à sièges. Provient du massif même dans lequel est creusée la grotte.

Silex. — Le silex qui a servi pour les outils et les armes et dont nous trouvons tant de débris a des provenances très diverses comme le témoigne la grande variété de cette matière. Le silex blanc, coloré légèrement en orangé, translucide et devenant opaque par la dessiccation, provient des dépôts marins de l'helvétien où on le trouve intercalé par plaques dans les calcaires. Les silex noirs viennent des galets rejetés sur les plages des environs. Les provenances des autres variétés de silex : rouge, transparent, etc., nous sont inconnues.

Nous n'avons trouvé que des fragments de quartzite. Ces morceaux ont pu être ramassés dans le fond des ravins qui descendent du Mourdhadjho (le fort Santa-Cruz repose sur une table de quartzite), ou sur le bord de la mer. Les galets de cette substance formaient d'excellents percuteurs.

Basalte poreux. — Nous avons fréquemment mis à jour des morceaux de basalte cellulaire dont nous ignorons l'usage. Ces morceaux ont été recueillis sur les plages ou même dans les ravins voisins où l'on en rencontre souvent. Leur lieu d'origine paraît être le massif de roches éruptives basaltoïdes de Beni-Saf (post-helvétien).

Pierre ponce. — Un gros morceau ramené sans doute, comme les précédents, du bord de la mer. Il n'est pas rare, de nos jours, de trouver cette roche sur les plages des environs où elle a été rejetée par les flots.

Ophite. — Une des haches polies que nous possédons est en roche ophitique à cassure cristalline verte dont il y a une éruption aux Bains de la Reine, tout près d'Oran.

Hématite. — Fragments d'hématite rouge et jaune très tendre, qui ont servi à barioler les coquilles (triton) et les ossements polis. Des morceaux de basalte poreux étaient recouverts par une couche d'hématite rouge, ce qui nous fait supposer que c'est avec cette roche qu'on broyait ou étendait la couleur sur les objets à peindre.

Fer oligiste. — Nous en avons trois variétés : 1° en paillettes micacées; 2° granulaire; 3° compact.

Nous comprenons bien que les écailles très brillantes de la première de ces variétés aient fait rechercher ce minerai pour le tatouage ou le maquillage

(1) Nous avons distribué aux membres de la Section d'Anthropologie plusieurs de ces portions de valves provenant des environs d'Oran et qui étaient toutes prêtes à être trouées. Ces déchets ne sont pas rares sur les plages. Les pectoncles et les bucardes sont aussi souvent percés à leur sommet.

des indigènes, mais nous ne nous expliquons pas du tout la présence des deux autres.

Le fer oligiste micacé s'effrite et tombe en poussière; c'est un morceau très pur de la grosseur du poing. Il provient sans doute du gisement que l'on a essayé d'exploiter ces temps derniers près des Bains de la Reine, entre Oran et Mers-el-Kébir.

Nous ignorons la provenance des deux autres morceaux de fer oligiste.

Aragonite. — Trois fragments de grosseur moyenne, à texture fibreuse, coloration jaune de miel pâle. On la trouve abondamment aux environs d'Oran, dans quelques grottes et aux abords des sources.

La présence de ces cristaux, de même que celle des minerais précédents, nous semble inexplicable.

Fossiles. — Avec ces minerais et roches, nous avons retiré plusieurs débris de fossiles dont la présence est aussi à expliquer. Ce sont :

Une portion de moule interne d'un grand *conus* spécial à l'étage helvétien des environs d'Oran.

Une dizaine de moules internes de *Turbo* (?) dont quelques-uns ressemblent d'une façon parfaite à des anses de poterie.

Un moule interne d'un grand *Mytilus* (?) ayant l'apparence d'une hache cylindrique.

Deux moules internes de *Lithodomus* (?) ressemblant aussi à des hachettes en pierre polie.

Une empreinte de *Pecten*.

La moitié d'une Haliotide avec un fragment de la roche.

CONCLUSIONS

L'ensemble des observations que nous venons d'énumérer permet d'établir des relations bien certaines des grottes d'Oran avec celles du sud-est de l'Espagne. M. Louis Siret a décrit deux civilisations néolithiques dans cette région : la plus ancienne est caractérisée par des outils en silex d'une petitesse extrême. C'est à cette première période néolithique que se rapportent, sans doute aucun, les objets exhumés par nous. Cette découverte est des plus importantes pour l'anthropologie de l'Algérie, car elle commence à nous éclairer sur les migrations anciennes dans ce pays. Espérons que de nouvelles fouilles éclairciront d'une manière indiscutable la question des invasions néolithiques et nous feront enfin connaître les peuples qui habitaient le littoral méditerranéen à cette époque.

M. Paul PALLARY

Professeur, à Oran.

LA MAIN DANS LES TRADITIONS JUIVES ET MUSULMANES DU NORD DE L'AFRIQUE

— Séance du 23 septembre 1891 —

Il y a quatre parties du corps humain qui ont joué ou jouent encore un grand rôle dans les traditions populaires. Ce sont : les yeux, les mains, le cœur et les parties sexuelles mâles.

Chacune d'elles donnerait lieu à des études fort intéressantes et je les signale à l'attention des membres de la Section, car je crois qu'aucun anthropologiste ne s'est encore donné cette tâche.

Le dernier volume de l'Association française pour l'avancement des sciences (Congrès de Limoges) contient un travail de M. le Dr Pommerol, de Gerzat, sur *la Main dans les symboles et les superstitions*. Mais cette notice est très superficielle : elle ne signale que d'une façon générale le rôle joué par la main chez quelques peuples. C'est pourquoi je vais compléter son travail pour ce qui regarde les indigènes du nord de l'Afrique : Kabyles, Arabes et Juifs.

***

En thèse générale, il est peu commode d'étudier tout ce qui touche aux superstitions, même chez les peuples civilisés. Cette difficulté est encore bien plus accentuée quand l'observateur a à faire à des peuples ignorants et fanatiques. C'est pourquoi il serait presque impossible de se livrer à ces recherches, si l'on n'était aidé par deux grands facteurs : par le hasard d'abord, puis par des personnes bien au courant de la vie intime des indigènes.

J'ai eu ces deux facteurs pour moi ; je ne dirai rien du hasard qui m'a fourni à l'aventure les matériaux nécessaires. Mais j'ai été admirablement aidé dans ma tâche par le second, M. L. Guin, ancien interprète principal de l'armée d'Afrique, l'une des personnes les plus compétentes pour tout ce qui touche à la vie arabe et qui a généreusement mis à ma disposition la plupart des notes qui suivent, fruits de laborieuses recherches. Je suis heureux de lui témoigner ici toute ma gratitude.

***

En Algérie, il y a beaucoup de rapports entre les croyances arabes et

les croyances juives. Cela n'a rien qui doive étonner, puisque ces deux peuples sont de même origine et qu'ils ont fidèlement conservé leurs mœurs orientales. Chez les Kabyles, comme chez les Arabes et les Juifs, la superstition par excellence, celle qui prime toutes les autres, c'est le mauvais œil ou l'*aaïn* (1).

Quand un indigène porte envie à un autre, quand il lui souhaite — même mentalement — les malheurs les plus variés, quand il exagère à dessein les qualités de tel ou telle par ironie, jalousie ou dépit, c'est qu'il porte l'*aaïn*.

L'*aaïn* peut venir d'un étranger, d'un ennemi, d'un ami, même d'un indifférent. En montrant quelqu'un avec le doigt, on risque fort d'attirer sur lui le mauvais œil.

Le Prophète a dit : « Le mauvais œil existe réellement ».

Pour se garantir de ses terribles effets, on ouvre la main en écartant les doigts ou en prononçant vivement la formule : *Khamsa fi a'inek* (cinq doigts dans ton œil), ou simplement, par contraction : *Al' a'inek* (sur ton œil).

La main étendue est une sauvegarde et un bouclier ; la vue des cinq doigts est une menace, elle écarte les mauvaises influences et paralyse les effets du regard. Sa vue désarme l'homme qui a le mauvais œil, lequel, on le sait, est un fléau pour ses semblables et porte malheur encore aux animaux et aux produits du sol.

Quand cet homme funeste (2) porte avec intention le regard sur une personne, un animal ou une récolte, il est désarmé si ses yeux rencontrent une main ouverte, cinq doigts semblables à cinq flèches. Son regard alors perd de son intensité et, déconcerté, il baisse les yeux : ainsi disparaît tout danger.

On a expliqué que les cinq doigts égalent les cinq sens et que ces cinq sens avaient raison de la vue qui n'en est qu'un. Les cinq doigts représentent les cinq versets de la sourate de « l'Aube du jour (3) » qui a des vertus toutes-puissantes.

On sait que le Coran défend la reproduction de tout ce qui est animé ; les Musulmans, qui respectent si scrupuleusement ses prescriptions, font cependant exception en faveur de la main. Nous nous sommes enquis de cette anomalie, et voici ce que nous avons appris :

Jusqu'à Mahomet, les Arabes gravaient sur leurs cachets des figures de

(1) « Ce qu'il y a de plus prompt que le poison c'est l'influence du mauvais œil. » (Maxime arabe.)
(2) Qui est responsable en justice.
(3) *Coran*, sourate CXIII, « l'Aube du jour ». Donné à la Mecque, 5 versets. Au nom de Dieu,
1. Dis : « Je cherche un refuge, un préservatif auprès du Seigneur de l'Aube du jour » :
2. Contre la méchanceté des êtres qu'il a créés ;
3. Contre le mal de la nuit sombre quand elle nous surprend ;
4. Contre la méchanceté de celles qui soufflent sur les nœuds ;
5. *Contre le mal de l'envieux qui nous porte envie.*

divinités, de saints, des images d'animaux, et quelques-uns même faisaient graver leur propre tête. Les Juifs seuls conservaient leur ancienne horreur pour toutes les représentations humaines. Mahomet, par haine contre l'idolâtrie, adopta à cet égard les idées juives.

Mais si les Musulmans sont si scrupuleux sur les pierres, et partout où domine l'esprit religieux, il n'en est pas de même dans les livres, sur les plaques de métal et sur les murs des maisons. Quelques-uns, il est vrai, prennent la précaution de ne pas représenter les figures humaines dans leur intégrité : à l'une il manquera un œil, à une autre une oreille..... (1).

Voici comment Sidi-Khelil a interprété l'idée du Prophète :

SECTION : *Du repas — ou de la fête — à l'occasion du mariage* (2).

L'obligation d'assister au repas — ou à la fête — suppose cinq conditions : ..... 5° et (qu'il n'y ait dans le lieu de la réunion aucune) figure placée par exemple : sur un mur (ou sur un piédestal).

Voici maintenant comment Ed-Derdiri commente le texte de Sidi-Khelil :

Et figure, c'est-à-dire qu'il n'y ait point dans le lieu de la réunion une similitude du corps complet d'un être vivant, une similitude portant ombre.

Placée par exemple : sur un mur, c'est-à-dire placée au faîte d'un mur. Il n'en est pas de même si cette similitude est enchâssée dans l'épaisseur du mur, parce qu'ainsi elle ne donne pas d'ombre. Ainsi placée, elle n'est pas interdite ; il en est de même pour celle qui serait incomplète, privée d'un membre.

En résumé, il est interdit de figurer un être animé, doué de raison ou autre, si cet être est représenté en entier. Telle est l'opinion unanime émise par les docteurs.

C'est grâce à ces dispositions que les Musulmans peuvent faire usage de l'image de la main comme préservatif.

Nous avons vu plus haut que, pour se préserver du mauvais œil, il suffisait d'étendre vivement la main en prononçant la formule : *Khamsa fi a'ïnek*. On peut aussi éviter que l'*aaïn* s'abatte sur soi en portant une reproduction de la main, en métal ou en verre. Les indigènes désignent ce préventif sous les noms de *El Ied*, la main, *El Ied el Nefbouha*, la main (l') ouverte, ou encore *Khamsa*, cinq (sous-entendu : doigts), par extension : main ouverte, les cinq doigts écartés. Les colons français lui ont donné les noms de main de Fathma, d'Aïcha ou de Marie, qui sont

(1) Extrait de l'ouvrage de M. REINAUD : *Description des monumens musulmans du cabinet de M. le duc de Blacas*. Paris, Imp. Royale, 1828, 1er vol., p. 77.

(2) Extrait du texte de SIDI-KHELIL : *Précis de Jurisprudence musulmane suivant le rite malékite*. Édition de la Société asiatique de Paris, 1858, p. 94.

purement fantaisistes. Les femmes seules la portent, mais les hommes se servent volontiers d'objets (boîtes, tabatières, etc.) sur lesquels se voit une main ouverte dont les doigts sont quelquefois garnis de perles.

Quand un indigène veut prémunir sa maison de l'*aaïn*, il fait mettre devant sa porte, soit sur le bois, soit sur le mur, une ou plusieurs mains ouvertes. Ces dessins, que tous les voyageurs ont vus en Algérie, tant chez les Musulmans que chez les Juifs, sont obtenus de la manière suivante : une femme trempe sa main droite dans de la couleur blanche, bleue, verte ou rouge, et applique la paume, les doigts en haut, sur la surface qui doit recevoir l'impression.

A Alger, on peut communément voir sur un des côtés de la porte une main sculptée en refouillement dans une des pierres du mur.

Au même ordre d'idées appartient la coutume d'orner les drapeaux verts de mains rouges. Le plus souvent, le drapeau en porte quatre, une à chaque angle.

Les nomades ornent quelquefois l'intérieur de leurs tentes de campagne *(guitoun)* avec des empreintes digitales. D'autres, plus avisés, appliquent ces empreintes pendant la confection de la tente et les recouvrent avec la doublure, de sorte qu'elles sont invisibles.

Beaucoup de personnes savent que la *Cheïa*, ou la *Richa*, appelée par

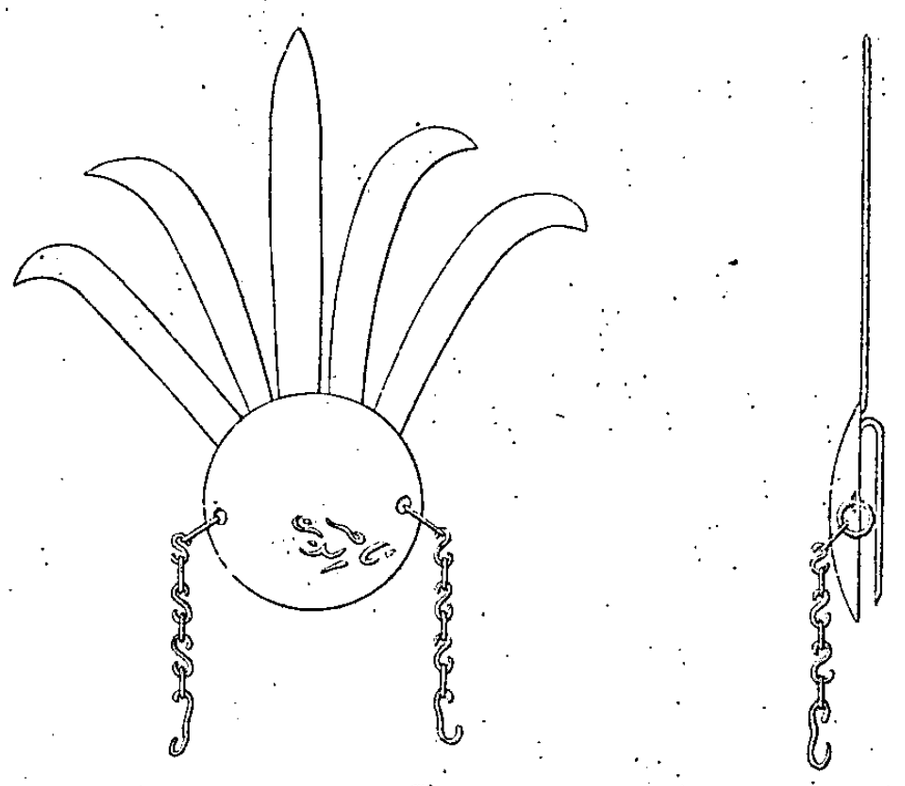


Fig. 1.

nous *main d'Abd-el-Kader*, était une décoration. Mais, comme Abd-el-Kader était fils et petit-fils de marabouts, et qu'à ce titre il jouissait d'une grande renommée et d'une grande vénération parmi les indigènes, les plus fanatiques de ses soldats considéraient la *cheïa* non seulement comme une marque de supériorité, mais surtout comme un préservatif qui devait les préserver des mauvais coups. A ce titre, c'était une amulette précieuse.

La décoration était d'argent ou d'argent doré, quoi qu'en dise le texte des *Règlements militaires de l'émir* (1). Elle était formée d'un disque surmonté de huit à trois doigts suivant les grades *(fig. 1)*. Sur la plaque étaient poinçonnés les mots : *champion de la religion*, qui se retrouvent au dos du doigt du milieu. Enfin, la *décoration mahométane* était munie de deux petites chaînettes terminées par des crochets qui permettaient de la fixer sur le haïk. Les cavaliers ornaient leur coiffure de cette marque distinctive, tandis que les hommes à pied l'attachaient au bras gauche.

Les Musulmans font leurs ablutions avec la main gauche et il leur est interdit de se torcher avec la main droite en vertu des prescriptions suivantes.

Coran, Ve sourate, Verset 9 :

Purifiez-vous après la cohabitation avec vos épouses : mais lorsque vous êtes malades ou en voyage, lorsque vous venez de satisfaire vos besoins naturels, et lorsque vous aurez eu commerce avec une femme, si vous ne trouvez pas d'eau, frottez vous le visage et les mains avec du sable fin et pur...

Précis de Jurisprudence musulmane de Sidi-Khelil, chap. « Des besoins naturels (2) » :

...On doit s'appuyer et se porter principalement sur le pied gauche et se laver ensuite le pudenda, la verge et l'anus *avec la main gauche*. On doit prendre de l'eau dans cette main avant qu'elle n'aille toucher la matière fécale ou urinale...

Un dicton algérien, parfois en usage, dit :

> Tendre la main gauche est une marque de dédain ;
> Tendre la main droite est une marque d'amitié.

Ce qui ferait croire qu'offrir la main gauche serait un manquement grave aux convenances.

En fait, la bienséance veut que l'on tende la main droite ; la dextre prévaut sur la gauche en tant que rang (Coran, Sourate LVI, l'*Événement*, v. 26 et 40). Mais, dans les usages de la vie courante, on ne prête guère d'attention à cette inadvertance lorsqu'elle se produit, surtout quand elle est faite sans affectation. Le dicton n'a donc pas force de loi.

*
* *

La plupart de ces superstitions se retrouvent chez les Juifs, surtout dans les basses classes. Comme chez les Arabes, l'influence du mauvais œil existe et elle est combattue de la même manière.

Les amulettes préventives en forme de main sont très communes : elles sont portées par les femmes et les enfants. Elles sont en laiton, en argent

(1) *Règlements militaires de l'émir el Hadj Abd-el-Kader*. Traduction Patorni. Alger, 1890, p. 37 et 64 — Consulter aussi A. Bellemare : *Abd-el-Kader*. Paris, p. 235.

(2) Le texte, page 11 de l'édition publiée en 1858 par la Société Asiatique.

ou en or, tantôt sans aucun dessin *(fig. 2)*, tantôt avec des détails de gravure et le *chadaïe (fig. 3)*. On les porte suspendues, autour du cou, sous les vêtements, ou comme agrafes à l'extérieur.

Dans les deux cas, la main est grossièrement reproduite : elle est percée

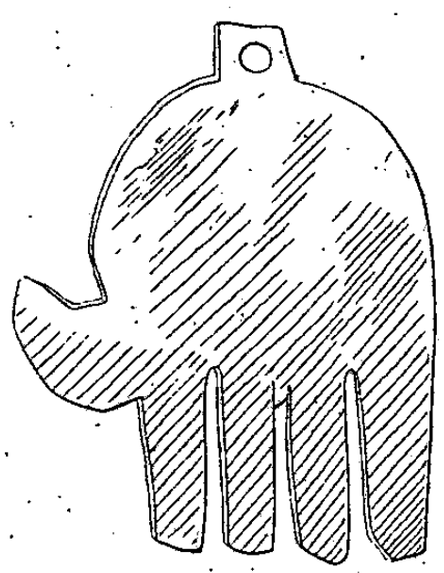


Fig. 2.

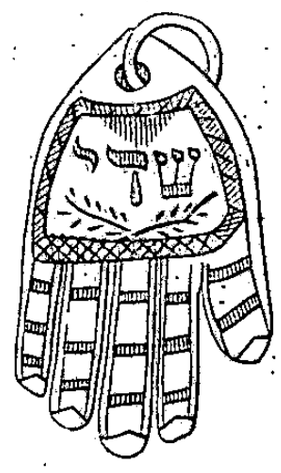


Fig. 3.

près du poignet d'un trou de suspension. Dans les mains ornementées ce trou est traversé par un anneau et la paume porte le *chadaïe*, le *Tout-puissant;* les doigts sont divisés par des traits qui indiquent les phalanges. L'autre face est libre.

Les femmes ne se contentent pas de porter cette amulette isolée ; elles la mettent comme pièce principale d'un collier, avec d'autres pendatifs très variés : corail, rose, poisson, pistolet, sabre, croissants, etc. Dans ce dernier cas, c'est moins une amulette qu'un objet d'ornementation.

Les façades de maïsons, les murs, portes sont ornés à profusion d'empreintes de mains droites, de couleurs blanche, noire, verte ou rouge. Souvent on voit aussi une bande verticale blanche sur laquelle se coudent quatre traits obliques également blancs, associés deux par deux de chaque côté. Au sommet de l'axe se trouve l'empreinte d'une main rouge et aux deux intersections se voient également deux autres empreintes de couleur verte.

La couleur blanche est obtenue avec un lait de chaux ; le rouge n'est autre chose que de la terre d'alluvion colorée fortement par de l'oxyde de fer et délayée dans de l'eau. Les autres sont des couleurs employées pour le badigeon.

Il est d'usage, quand un enfant vient de naître, de suspendre dans la chambre et sur la porte des écrits pour éloigner les mauvais anges. Les textes hébreux portent près de leurs angles : en haut, à droite et à gauche, les deux mains coloriées en jaune avec le *chadaïe* sur la paume; au-dessous du milieu de la feuille se voient aussi deux triangles à six branches (sceau de Salomon) toujours avec le *chadaïe*. Par ces dispositions, le nouveau-né sera préservé de toute fâcheuse influence.

Dans la chambre des malades, on place aussi souvent des empreintes de main sur le fond de l'alcôve. La préoccupation constante des parents est de conjurer le mauvais œil dont on connaît les redoutables effets.

Quand on craint de salir les murs, surtout chez les familles aisées, on se contente de découper une main en papier de couleur nécessaire et de la clouer simplement au lieu et placé de l'empreinte naturelle.

Les Juifs, pas plus que les Arabes, ne se torchent avec la main droite. Chez les premiers, parce que leurs rabbins prétendent que c'est avec elle qu'on noue les *tephilin* (1), qui sont un des préceptes essentiels concernant les cérémonies du culte, et que l'on écrit.

Talmud de Babylone. — Traité Beracoth, section IX^e^, Mischna 5^e^, f. 62. a :
On ne se torche pas avec la droite, mais seulement avec la gauche : Rava dit : parce que la loi a été donnée avec la droite; car il est dit (Deut. XXXIII, 2) : De sa dextre le feu de la loi pour eux. Rabba, fils du fils de Hanna, disait : C'est parce qu'on porte la droite à la bouche; et R. Siméon, fils de Lakisch, disait : C'est parce qu'on noue avec elle les tephilin. Rav. Nahman, fils d'Isaac, disait : C'est parce qu'on montre avec elle les goûts (les accents) de la loi.

Ce sont sans doute pour les mêmes raisons (sauf pour les *tephilin*) que les Musulmans n'emploient pas la main droite pour l'usage précité.

Quand un homme meurt, l'ordonnateur prend le *taleth* (2) du défunt le lui passe au-dessus des épaules et le ramène sur sa poitrine de façon à enlacer les doigts des deux mains et à leur faire figurer le *chadaïe*. Cet usage est peu pratiqué.

A la sortie de la synagogue, quand chaque Juif rentre chez soi, il porte la main sur les *Mesousah* (3) qui sont clouées devant la porte d'entrée et embrasse l'articulation du doigt qui a touché le *Chema*.

Il est nécessaire de se laver les mains avant et après le repas et avant de mettre les *tephilin*, pour être purifié pour les prières qui se disent avant et après le repas.

Une bague au doigt rend invalable le bain qu'une femme est obligée de prendre après ses menstrues.

Dans les cérémonies de la synagogue, il y a un moment où le *Cohen* (4) se fait laver les mains par le *Lévy* (4). Cette eau est recueillie parfois par des femmes qui la considèrent comme un spécifique précieux dans les cas de maladie, ou comme préservatif.

(1) Les *tephilin* sont des bandeaux de cuir qu'on lie sur le bras gauche et autour de la tête et qui renferment quatre chapitres du Pentateuque (Exode XIII, 1-11, Deutéronome VI, 4-XI, 13). Ils ne sont imposés qu'aux hommes et il est d'usage de ne les porter que durant la prière du matin les jours non fériés. (Cf. *Talmud de Babylone,* Traité Beracoth, section III, Mischna 5^e^.)

(2) Le *taleth* est un voile carré que les Israëlites se mettent sur la tête pendant certaines cérémonies.

(3) La *Mesousah* est un écrit contenant les deux derniers chapitres des *tephilin* enfermés dans une enveloppe en fer-blanc. Elle est appliquée sur le côté droit de toutes les portes juives pour leur rappeler sans cesse leurs devoirs. *Chema* est le premier mot de : « Écoute Israël ».

(4) Ainsi appelés : le premier parce que c'est dans la famille de Cohen que l'on prenait les prêtres ; le second parce que c'est un descendant de la famille de Lévy qui fournissait les lévites du temple.

Quand un enfant est accusé de vol, les parents, pour lui faire avouer, ont recours aux procédés suivants :

On simule de mettre sur des charbons ardents une pièce de monnaie que l'on tient au bout de pincettes, et le père ou la mère tient ce langage : « Vois, cette pièce a été chauffée. Je vais la mettre dans le creux de ta main ; si tu as volé elle te brûlera la chair, sinon tu ne sentiras rien. Dis-nous la vérité ? »

Le plus souvent l'enfant avoue le vol ; mais si réellement il n'en est pas l'auteur, l'empressement qu'il met à tendre la main et à se prêter à l'épreuve montre sa bonne foi.

Mais lorsque le jeune voleur est pris sur le fait, des parents peu tendres font chauffer pour de bon une pièce de billon et l'appliquent dans la paume pour que le châtiment soit toujours présent sous ses yeux.

D'autres fois, mais surtout pour les petits enfants, on demande à sentir la paume en affirmant que le larcin sera ainsi décelé. Si le petit tend vivement la main en se prêtant de bonne grâce à cette action, c'est qu'il n'y a rien ; mais si, au contraire, il hésite, il y a de fortes présomptions de croire que sa conscience n'est pas tranquille.

*
* *

Nous venons d'énumérer toute une série de pratiques, les unes religieuses, les autres usuelles ou superstitieuses. Nous ne voulons pas tirer de conclusions de cette simple énonciation de faits, car nous n'avons voulu faire qu'un apport de matériaux. Nous laissons à de plus savants que nous le soin de comparer nos observations, de faire les rapprochements utiles et d'en tirer les enseignements nécessaires au point de vue philosophique.

M. H. BIDON

Médecin des Hôpitaux de Marseille, Lauréat de l'Académie.

AMNÉSIE POST-ÉCLAMPTIQUE

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'éclampsie puerpérale cause d'ordinaire une certaine obnubilation intellectuelle. Dans le cas où les convulsions se répètent, il existe entre les accès une obtusion complète de l'intelligence ; et quand les crises se

reproduisent un nombre de fois assez grand, le trouble psychique est intense (coma). Puis, petit à petit, revient la connaissance des faits actuels, mais la mémoire reste longtemps encore en défaut, et rien ne subsiste jamais de ce qui s'est passé durant chaque accès. A la suite d'une seule crise, la mémoire peut mettre de vingt-quatre à trente-six heures à se restaurer, et si le désordre a été plus profond, l'amnésie est bien plus durable.

Plusieurs cas peuvent se présenter :

1° *Lacune très limitée dans le souvenir.* — Des malades ont oublié des mots isolés, les dates, les chiffres et toute opération arithmétique, les noms des rues et même des personnes qu'elles affectionnent et voient à chaque instant.

2° *Perte de la mémoire de l'accouchement seul en totalité ou en partie.* Riedel, dans *l'Union médicale* de 1866, en a rapporté un bon exemple : A sa troisième grossesse, une femme de vingt-quatre ans vit la poche des eaux se rompre et l'accouchement se terminer, le 1er juillet, à 7 heures du soir, en l'absence du médecin et de l'accoucheuse ; elle en fut très effrayée, au point qu'au bout de quelques heures, quand le médecin arriva, elle avait peine à répondre malgré la conservation de l'intelligence. A 10 heures, accès éclamptique, à la suite duquel elle a de la peine à trouver les mots et intervertit les syllabes ; quatre autres accès eurent lieu jusqu'au 3 juillet à 10 heures du matin : dans l'intervalle elle causait ou elle dormait, en assez bon état, mais ayant oublié les dates de sa naissance et de son mariage (qu'elle retrouva plus tard). Longtemps après sa guérison, Riedel apprit qu'elle avait perdu tout souvenir de l'accouchement, depuis le moment de la rupture des membranes (1er juillet, 6 heures et demie du soir) jusqu'au sortir d'un bain (3 juillet, 10 heures du matin) : cette lacune a toujours persisté.

3° *Oubli de l'accouchement et d'une partie du temps qui l'a précédé.* — Il remonte à plusieurs jours avant la parturition ; Capuron, Baudelocque et Mme Boivin l'ont vu englober aussi la grossesse entière. Mais, en général, la mémoire revient, en commençant par les faits les plus anciens.

4° *Lacune beaucoup plus étendue encore.* — Il s'agit ici d'exception : Ch. Villiers communique à Cuvier l'histoire d'une femme qui, à son premier accouchement, *à la suite d'un accident suivi d'une syncope,* oublia tout ce qui s'était passé depuis son mariage, en conservant le souvenir bien net de tous les événements antérieurs. J'ai, pour ma part, observé un fait analogue et plus complet encore.

Observation. — Mme X... jouit d'une bonne santé. A vingt-six ans, elle fit la connaissance d'un ouvrier horloger avec lequel elle voulut se marier, malgré sa famille qui s'opposait à cette mésalliance. Elle s'enfuit avec lui, et le mariage eut lieu plus tard, en avril 1888. Grossesse à la fin de laquelle il y eut de

l'œdème des malléoles et de l'écume urinaire. Le 16 mars 1889, à 4 heures du matin, rupture des membranes, immédiatement suivie d'une attaque convulsive légère, et bientôt de deux autres plus fortes. Accouchement à 6 heures, et quatrième attaque quelques minutes après; dès lors la malade reste comme hébétée. A 8 heures, une dame lui dit : « Oh, le bel enfant! je voudrais bien en avoir un pareil. » Dans son demi-sommeil, elle répond avec apathie : « Prenez-le, je vous le donne. » Un peu plus tard, deux accès encore, et l'on m'appelle.

A 11 heures, j'assiste à la septième crise : strabisme convergent en haut et à droite, rotation de la tête vers ce côté, subitement extension tonique de tout le corps; pâleur, puis rougeur; petites convulsions cloniques, écume buccale. Le coma survient 1 minute 45 secondes après le début. On me dit que toutes les crises ressemblent à celle-là, et que la connaissance n'est pas revenue depuis la première attaque. T = 38°,8, P = 140, R = 45 de suite après l'accès. Malgré chloral et bromure, il y a encore cinq crises jusqu'à 4 heures et demie, où je trouve T = 39° 6, P = 160, R = 48; pupilles très dilatées. Nouvelles crises faibles à 6 et à 8 heures. A 8 heures et demie, T = 39° 2, P = 150, R = 44, demi-coma sans stertor; j'injecte deux centigrammes de chlorhydrate de morphine qui font dormir toute la nuit. Le matin elle répond *oui* à toute question et ne s'intéresse aucunement à l'enfant qu'on lui montre; apathie le matin, agitation et délire l'après-midi : je constate l'albuminurie. A 6 heures du soir, l'intelligence revient un peu; Mme X... sort la langue sur mon ordre, mais ne reconnaît personne. Bonne nuit. Le 18, au réveil un peu d'engourdissement : elle répond juste, mais ne parle pas d'elle-même. Un peu plus tard, elle dit qu'elle ne reconnaît pas l'appartement; son père répond qu'elle l'habite depuis son mariage, et elle déclare qu'on se moque d'elle, car elle n'est pas mariée. Quand son mari entre dans la chambre, elle le reconnaît, mais ne le tutoie plus : elle assure qu'il n'est que son fiancé.

Arrivé à ce moment, j'interroge sur ce qui s'est passé un peu avant le mariage et depuis, sans réveiller aucun souvenir. Elle comprend qu'elle a dû accoucher parce qu'elle a du lait, qu'elle souffre du ventre, etc., mais c'est la raison et non la mémoire qui l'oblige à reconnaître cela. Intelligence, raisonnement, parole sont normaux; lecture, écriture, calcul, idées générales courantes conservés; association des idées correcte; attention faible; pas d'hallucination ni d'illusion. Indifférence pour ce qui concerne l'amnésie, l'attitude de la malade est toujours celle-ci : « Vous dites que je suis mariée, que j'ai eu un enfant et je l'ignore, mais tout me prouve que je viens d'accoucher; soit, j'accepte ce que vous me racontez! »

La mémoire était abolie pour *tous* les faits survenus depuis le départ de la maison paternelle, avant le mariage. La malade ne connaît plus aucune de ses nouvelles amies, aucun événement survenu dans sa famille ni raconté par les journaux; elle se croit au commencement de mars 1888, et ne reconnaît aucun des outils d'horloger qu'elle a vu manœuvrer chaque jour par son mari.

Il existe donc une amnésie portant sur un an environ. Mme X..., aujourd'hui encore, *ne se rappelle pas* ce qui s'est passé pendant ce temps, mais elle *sait* ce qu'on lui a raconté à ce sujet.

Les caractères et la cause des convulsions, leur disparition complète, l'absence d'hystérie, d'épilepsie, de somnambulisme avant et après ces crises, prouvent bien qu'il s'agit ici d'une amnésie consécutive à l'é-

clampsie puerpérale. C'est le cas le plus net du genre, comparable seulement à celui de Ch. Villiers dont la cause n'est peut-être pas l'éclampsie (accident suivi d'une syncope, est-il dit). Il est certain que chez ma malade ce n'est pas la conservation des images qui a souffert pendant une année; mais les quatorze crises ont effacé d'un coup toutes les impressions les plus récentes (selon la loi de régression de Ribot) et partant celles-ci n'ont plus pu se reproduire. Cela tient-il à une lésion en foyer? Je ne le crois pas, car la mémoire n'est pas fonction d'*un* centre, mais de *toutes* les cellules cérébrales, et il n'y a pas *une mémoire*, mais *des mémoires diverses*, comme le prouvent les nombreuses variétés de l'aphasie. Les troubles dynamiques seuls sont sans doute responsables de l'amnésie de M^me^ X..., et il semble même qu'ils peuvent causer un désordre plus grand, puisque Arnaud a vu une femme, après douze jours de coma éclamptique, ne savoir plus ni écrire, ni chiffrer, ni même marquer son linge.

Comment ces images se sont-elles effacées? Il est probable que les cellules cérébrales ont tellement souffert dans leur nutrition qu'une partie de leurs caractères a disparu : les impressions les plus récentes étant les moins bien fixées, les souvenirs emmagasinés dans les zones altérées de chaque élément cellulaire ont été à jamais détruits; la perte de tous ces souvenirs remonte à la même date pour chaque mémoire distincte, parce que toute la masse cérébrale a été atteinte à la fois et au même degré.

Quoi qu'il en soit de l'explication, le fait que j'ai observé n'en reste pas moins. Il est à peu près isolé dans la littérature scientifique dont j'ai pu prendre connaissance; c'est le seul qui soit donné avec détails, et j'ai pris soin de montrer par quelles transitions il se rattache à la forme habituelle de l'amnésie post-éclamptique. Il a, du reste, des analogies dans l'amnésie traumatique rétroactive, l'amnésie épileptique et surtout l'amnésie post-apoplectique.

M. H. BIDON

Médecin des Hôpitaux de Marseille, Lauréat de l'Académie.

HÉMIANOPSIE AVEC HALLUCINATIONS DANS LA PARTIE INVISIBLE DU CHAMP VISUEL

— Séance du 18 septembre 1891 —

Un homme âgé de cinquante-neuf ans, et qui a toujours eu une bonne santé quoique ses trois sœurs aient succombé à des maladies nerveuses (éclampsie puerpérale, démence apoplectique, accidents méningés consécutifs à une pneumonie) et qu'il ait pris l'habitude de boire un peu, s'alite pour un rhume le 16 février 1891, a des vertiges et un peu d'obnubilation intellectuelle le 18, et enfin une petite attaque apoplectiforme le 20. Il en sort comme hébété, dit qu'il

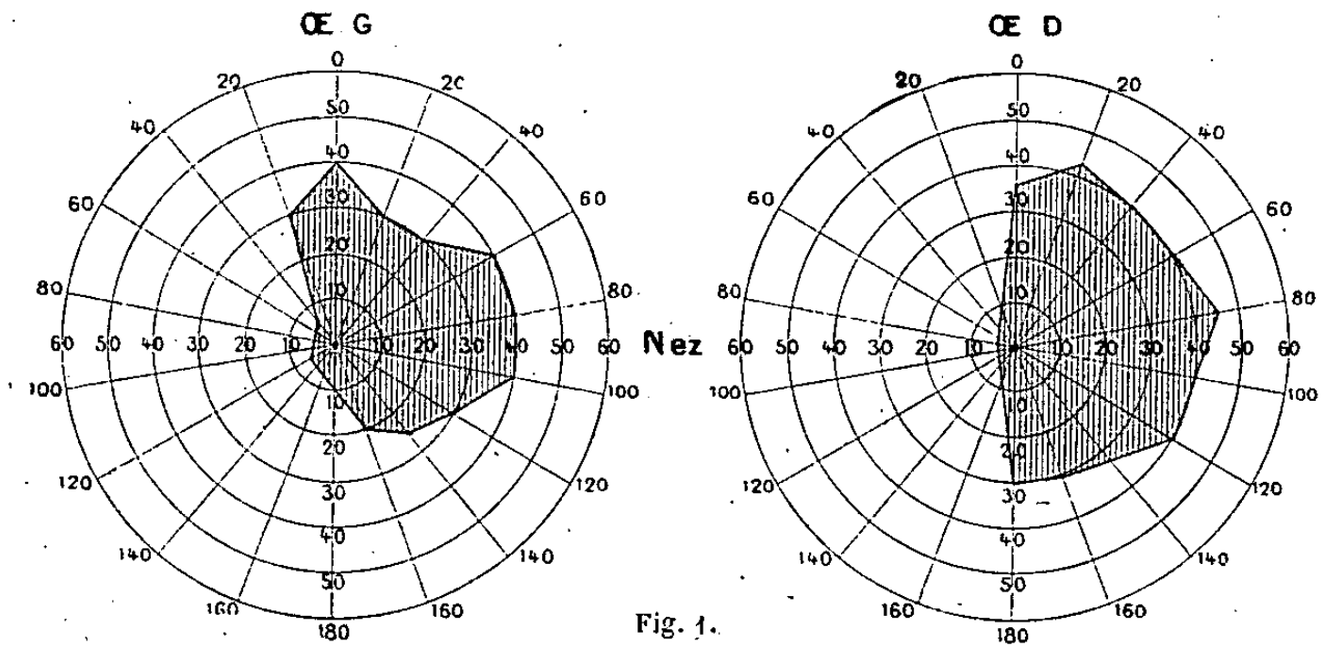


Fig. 1.

n'y voit plus bien et souffre de la tête. Appelé en consultation à 5 heures du soir, je lui trouve l'habitus apoplectique, de la céphalalgie, de l'embarras de la parole et du vertige; l'intelligence est obscurcie, la mémoire des faits récents supprimée. Ni paralysie, ni troubles sensitifs. La vue est altérée, car en lui présentant horizontalement mon crayon, il n'en voit que la moitié droite. On me raconte aussi que le malade envoie souvent les mains vers sa gauche pour en chasser des personnages imaginaires. Je diagnostique foyer de ramollissement par artérite, en dehors de la zone motrice, vers le lobe occipital droit.

L'état s'améliora vite; mais, pendant une quinzaine de jours, les hallucinations persistèrent (fantômes, tableaux, images vagues et le plus souvent mobiles, toujours localisées à la gauche du sujet, dans la partie du champ visuel où il ne voyait pas les objets réels); par moments il y eut diplopie.

Le 31 mars, la convalescence est à peu près finie; le malade marche, mais se heurte aux portes : quand le battant de droite est seul ouvert, il ne voit pas

le gauche. Il n'y a plus de diplopie ni d'hallucinations; la presbytie est telle qu'avant l'attaque. L'orangé est pris pour du jaune par les deux yeux, et l'œil gauche confond le bleu et le vert foncés. L'exploration campimétrique donne les résultats consignés dans le schéma ci-contre (hémianopsie homonyme, latérale gauche, rétrécissement du champ droit des deux yeux), un peu de congestion des papilles et du fond de l'œil des deux côtés *(fig. 1)*.

Le 2 juillet, je vois qu'il a appris à corriger l'hémianopsie gauche en inclinant la tête de ce côté au point que l'oreille touche presque l'épaule correspondante : alors la portion invisible n'occupe plus que la moitié inférieure du champ, et les objets un peu éloignés sont vus en entier. En face d'un demi-cercle traversé

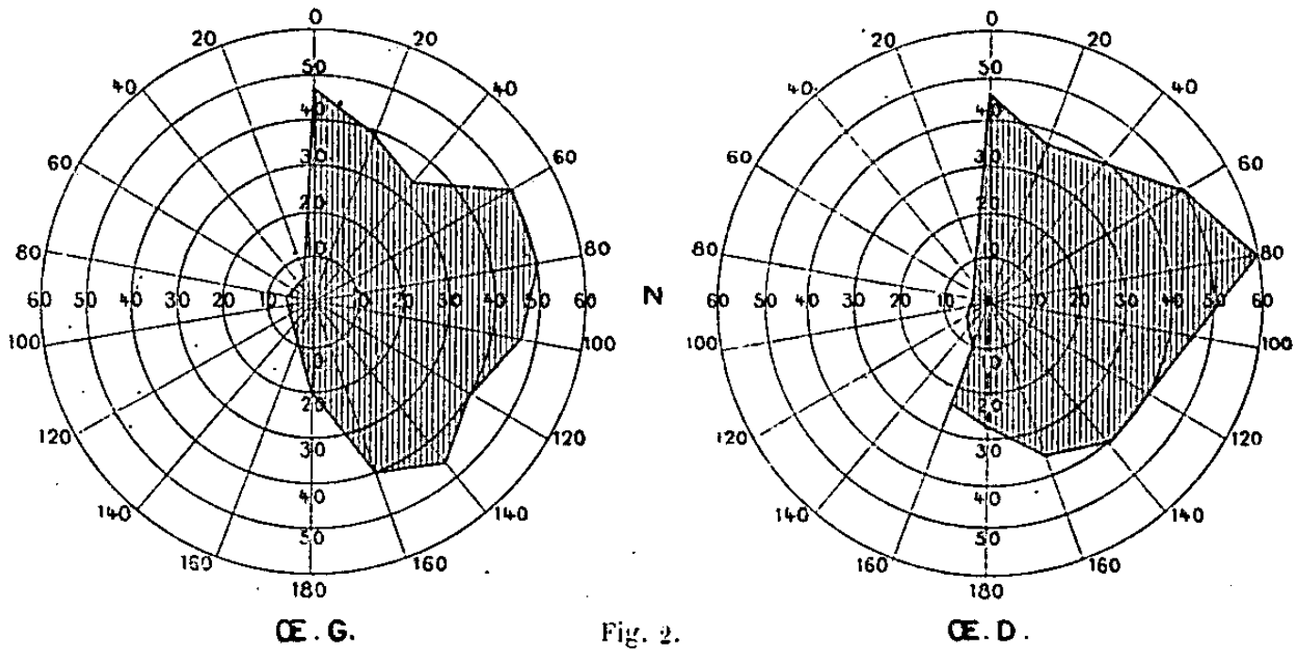


Fig. 2.

par une série de rayons, il ne voit d'abord que ceux situés à droite (180°, 150°, 120°, *fig. 2*) quand il tient la tête droite, et il les découvre tous peu à peu à mesure qu'il prend son attitude correctrice (90°, puis 60°, 30°, et enfin 0°).

J'ai revu ce malade le 10 août; il est toujours impressionnable, et son champ visuel s'est très peu agrandi *(fig. 2)*; l'attitude de la tête persiste.

Réflexions. — La lésion productrice de l'hémianopsie homonyme gauche siège en arrière du chiasma sur le trajet du faisceau optique droit. L'absence de troubles du fond de l'œil permet d'éliminer la bandelette optique; le manque d'hémianesthésie ou d'hémichorée met hors de cause le thalamus; le défaut d'hémiplégie avec hémianesthésie fait croire que la partie postérieure de la capsule interne est intacte; enfin, une altération du lobule pariétal inférieur s'accompagne presque toujours d'hémiparésie avec troubles du sens musculaire. Au contraire, l'hémianopsie pure, comme chez mon malade, a pour substratum une lésion du lobe occipital, plus particulièrement de la région du coin et du sillon de l'hippocampe (Curschmann, Westphal, Huguenin, Haab). — Rondot signale le vertige comme signe de localisation dans le lobe occipital; or, mon sujet en a présenté. Cette lésion semble être un ramollissement par thrombose due à l'artérite.

Les hallucinations ont la même cause. Tamburini et Seppili ont montré que l'hallucination tient à l'irritation du centre sensoriel cortical. Chez

mon malade, la destruction d'une partie du centre visuel droit produit l'hémianopsie, et l'excitation de la région avoisinante, comme par une épine irritative, cause l'hallucination visuelle. Plus tard, l'excitation diminue, puis disparaît quand le foyer de ramollissement, mieux toléré, cesse d'irriter, et les hallucinations s'arrêtent en même temps, laissant à jamais subsister l'hémianopsie comme signe de déficit.

Cette explication présuppose que les deux hémisphères cérébraux peuvent agir indépendamment l'un de l'autre, quoique, à l'ordinaire, ils soient associés. Les recherches de Broca sur l'aphasie, de Luys sur les fonctions psychiques et l'hypnotisme, de Seppili sur les hallucinations unilatérales, de Magnan sur les hallucinations à caractère différent pour chaque côté, ont prouvé l'indépendance des deux hémisphères. Dans ces cas, l'hallucination occupait tout le champ visuel de l'œil atteint; ce qui serait inexplicable si chaque centre cortical ne correspondait qu'à la moitié homonyme des deux rétines. Mais, en réalité, les connexions du centre cortical et des yeux sont complexes : la destruction d'un centre cause une amaurose unilatérale croisée et son excitation peut produire des hallucinations unilatérales croisées. L'hémianopsie a de même son pendant, qui consiste en hallucinations hémiopiques, telles que Pick et Peterson en ont rapporté des exemples.

En passant ainsi des hallucinations à caractères différents dans chaque œil, aux hallucinations visibles dans un seul œil, et enfin aux hallucinations perçues dans une moitié du champ visuel, nous arrivons aux cas où les images subjectives sont localisées dans la partie obscure du champ de la vision chez un sujet atteint d'hémianopsie. Cela se rencontre dans l'épilepsie et surtout dans la migraine ophtalmique. Henschen a noté deux fois le fait dans des cas où il trouva une lésion du lobe occipital. Seguin et Peterson rapportent deux observations analogues à celles de Henschen et à la mienne.

De tout ce qui précède, je conclus que :

1° Un foyer de ramollissement du lobe occipital droit a causé chez mon malade une hémianopsie latérale homonyme gauche avec rétrécissement du champ visuel droit, et déviation particulière de la tête.

2° La même lésion a produit pendant quelque temps des hallucinations dans la partie invisible du champ de vision.

3° Cela tient à ce que, dans ce centre, à côté de cellules détruites par le ramollissement, s'en trouvaient d'autres irritées par la congestion collatérale du début.

M. BOÉ

à Paris.

UN CAS D'HÉMIANOPSIE HOMONYME SUPÉRIEURE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Il s'agit d'un malade qui, depuis six ans, a perdu la moitié supérieure du champ visuel des deux yeux (1). A l'examen au périmètre, la ligne de démarcation rase le point de fixation ; l'œil droit est emmétrope et son acuité visuelle = 1 ; l'œil gauche est hypermétrope et son acuité = 3/4.

La mobilité des yeux est parfaite, la tension normale, les pupilles réagissent à la lumière et se contractent par le fait de l'accommodation. A l'ophtalmoscope, pas de décollement rétinien, excavation physiologique des deux papilles, les vaisseaux ont leur calibre normal sur toute leur étendue. Légère diminution de l'odorat. Pas d'altération du goût, ni de l'ouïe, ni de la sensibilité cutanée. Aucun trouble hystérique. Le réflexe rotulien est affaibli du côté gauche. Rien au cœur ni dans les urines. Accidents spécifiques en 1879. Cette perte de la moitié supérieure du champ visuel des deux yeux est survenue rapidement, sans cause appréciable.

Autant il paraît facile, en faisant appel aux données anatomiques et physiologiques, de rapporter des hémianopsies homonymes droite ou gauche à des lésions occupant un siège déterminé, autant on a de la peine à chercher la cause d'une hémianopsie en haut ou en bas.

Diverses hypothèses ont été émises. M. le professeur Mauthner, de Vienne, admet que les fibres qui se rendent à la moitié inférieure des deux rétines se trouvent également à la partie inférieure des nerfs optiques, du chiasma et des bandelettes. Si elles sont comprimées de bas en haut, il peut survenir une hémianopsie supérieure; de même une pression sur la partie supérieure des nerfs optiques, des tractus et du chiasma provoquerait une hémianopsie homonyme inférieure. Toutefois, dit-il, *qu'on prenne bien soin de consulter le texte original et non un simple compte rendu ;* si vraiment dans de telles hémianopsies la ligne de séparation passait juste par le point de fixation, il serait absolument impossible d'expliquer le fait par une compression à la base du crâne, car on comprendrait difficilement qu'une tumeur comprimât le nerf optique de bas

(1) Le malade a été présenté à la Société de Médecine pratique de Paris, dans la séance du 29 octobre 1891.

en haut ou de haut en bas, de manière que les fibres qui se rendent à une moitié supérieure ou inférieure fussent comprimées complètement, alors que toutes les autres resteraient intactes. J'ai noté, dans mon observation, que, depuis six ans, la ligne de démarcation rase le point de fixation et que l'acuité visuelle reste la même.

M. le professeur Schweigger, de Berlin, considère comme cause d'une hémianopsie homonyme supérieure une affection double des deux nerfs optiques, étant donné même, dit-il, qu'on ne puisse, en faveur de cette explication, fournir une preuve tirée de l'examen du fond de l'œil.

A l'appui de sa thèse, il invoque la symétrie avec laquelle, dans certaines affections du nerf optique, telles que l'atrophie progressive, certaines dégénérescences avec rétrécissement progressif du champ visuel, les scotomes centraux, les altérations se manifestent sur les deux yeux. Je dirai : de tels cas sont-ils bien comparables, surtout les deux premiers, qui mènent infailliblement à la cécité? Chez mon malade et dans un temps très court, la moitié supérieure du champ visuel a été perdue, puis l'affection est restée stationnaire. Comment des altérations des deux nerfs optiques auraient-elles, qu'on excuse l'expression, l'intelligence de progresser avec la même rapidité et de s'arrêter au même instant ?

On a dit encore qu'une hémianopsie homonyme supérieure ou inférieure pourrait être le fait de lésions doubles et symétriques des deux lobus occipitaux. Théoriquement, sans doute, on peut les admettre, mais combien le clinicien a peine à les accepter.

Il est une autre hypothèse que je n'ai vu exprimer nulle part et qui donnerait à merveille la raison du fait que j'ai eu l'occasion d'observer. Si j'hésite tout d'abord à l'avancer, cela tient surtout à ce que, chez mon malade, il y a eu diminution sensible de l'odorat, en même temps qu'il s'est déclaré une hémianopsie supérieure; l'apparition simultanée des deux symptômes ne semble pas douteuse et l'on sait que la perte de l'odorat est un des signes principaux d'une affection de la base du crâne, un de ceux qui doivent notamment fixer les premiers l'attention dans les cas d'hémianopsie hétéronyme. Mais qui ignore, d'autre part, que ces fausses hémianopsies affectent bien souvent une évolution irrégulière, qu'elles peuvent aussi bien rétrocéder qu'aboutir à la perte soit d'un seul œil, soit des deux? Fréquemment elles s'accompagnent d'autres désordres et, en particulier, de paralysies du moteur oculaire commun et du pathétique. Chez mon malade, l'odorat seul se trouve altéré. Il se pourrait, après tout, que l'affection spécifique dont il a été atteint et qui, par sa nature protéiforme, prête à tant de localisations et de modalités cliniques diverses, ait déterminé, concurremment et indépendamment l'une de l'autre, des lésions déterminant, celles-ci la perte de l'odorat, celles-là l'hémianopsie homonyme supérieure.

Maintenant qu'on n'accorde pas à la perte de l'odorat une signification particulière, on sait que la bandelette optique du côté droit fournit un faisceau direct qui se porte à la partie temporale de la rétine de l'œil droit et un faisceau croisé qui se porte à la partie nasale de la rétine de l'œil gauche; de même la bandelette optique du côté gauche donne un faisceau direct pour la partie temporale de l'œil gauche et un faisceau croisé pour la partie nasale de l'œil droit; d'autre part, chaque bandelette est reliée au lobe occipital du même côté; chaque lobe occipital est relié, par le fait même, aux deux rétines. Si l'on fait abstraction du champ visuel binoculaire, c'est le lobe occipital gauche qui regarde à droite, c'est le lobe occipital droit qui regarde à gauche. A présent que, par une simple anomalie de distribution, une bandelette envoie son faisceau croisé et son faisceau direct aux moitiés supérieures des deux rétines, l'autre bandelette aux deux moitiés inférieures, un des lobes occipitaux regardera en haut, tandis que l'autre regardera en bas, une altération ne portant que sur le premier donnera lieu à une hémianopsie supérieure, une altération ne portant que sur le second à une hémianopsie inférieure. Une hémianopsie supérieure ou inférieure pourra présenter alors tous les caractères des vraies hémianopsies, des hémianopsies homonymes droite ou gauche. Celles-ci s'établissent rapidement pour rester ensuite stationnaires. L'acuité visuelle peu ou point compromise dès l'abord ne s'altère pas davantage ensuite; la ligne de démarcation du champ visuel passe par le point de fixation; il faut bien savoir cependant que, même dans ces cas, on peut voir une moitié empiétant légèrement sur l'autre. Souvent il n'y a pas de transition brusque entre la partie aveugle et la partie voyante, il y a une zone étroite dans laquelle la vision est simplement diminuée. L'examen ophtalmoscopique est négatif. Mais tous ces faits, je les ai observés chez mon malade qui les présente, je ne saurais trop insister sur ce point, déjà depuis six ans. Ils m'ont donné l'impression que j'étais en présence d'une hémianopsie homonyme simplement retournée due à une altération d'un seul lobe occipital, reconnaissant elle-même pour cause une affection spécifique. Je voudrais pouvoir en dire davantage, mais je me trouve retenu par la force des choses sur le terrain mouvant de la clinique.

Assurément l'hypothèse d'une distribution anormale des fibres nerveuses aux deux rétines expliquerait le fait dont je viens de donner la relation mieux que ne pourraient le faire une compression des nerfs optiques du chiasma ou des bandelettes, une affection double symétrique des nerfs optiques, ou encore une lésion double et symétrique. C'est la raison pour laquelle je me suis cru autorisé à la présenter. Je pense que le malade ne perdra point la moitié inférieure qui lui reste encore du champ visuel des deux yeux.

M. LATIL

à Aix-en-Provence.

DE L'HÉRÉDITÉ DANS LES AFFECTIONS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

— Séance du 18 septembre 1891 —

J'observe depuis plusieurs années deux familles offrant un remarquable exemple de transmission héréditaire des maladies de la moelle épinière. Dans la première, j'ai pu suivre et voir évoluer, durant trois générations, cette forme spéciale d'*ataxie* à laquelle Friedreich a attaché son nom; l'histoire que je vous en présenterai ne diffère pas sensiblement du type que cet auteur a créé.

La seconde famille offre un exemple plus rare d'affection médullaire se transmettant des ascendants aux descendants avec tous ses caractères. Il s'agit d'une *myélite diffuse*, d'une myélite transverse avec paraplégie ayant atteint sept membres en conservant toujours les mêmes symptômes. Dans cette famille, les aînés de quatre générations successives ont tous été frappés, sans exception, parvenus à l'âge adulte, et, avec eux, plusieurs de leurs frères ou sœurs.

Il m'a paru intéressant de rapporter brièvement ces faits, comme une contribution à l'étude de l'hérédité dans les maladies nerveuses.

Famille *A*. — Maladie de Friedreich

La famille *A* présente un intéressant exemple d'ataxie héréditaire: huit de ses membres ont été atteints en l'espace de quatre générations. Deux d'entre eux ont pu être observés par nous pendant plusieurs années; tous deux nous paraissent réunir les symptômes cardinaux décrits par Friedreich : caractère familial de l'affection; incoordination motrice se manifestant dans les jambes et les bras, d'abord sous forme d'incertitude, puis avec les caractères ataxiformes; troubles de la parole; absence de douleurs fulgurantes, de crises viscérales des troubles de la sensibilité.

Cependant quelques-uns des symptômes de l'ataxie héréditaire font défaut chez nos deux malades : c'est le *nystagmus* et la *déviation vertébrale* qui ont été consignés chez *cinq* des *neuf* malades du mémoire de Friedreich. De plus, contrairement à ce qui a été observé par cet auteur, le contrôle de la vue dans les deux cas influence nettement l'incoordination motrice.

Quant au phénomène du genou, il est complètement *aboli* chez le plus âgé, nettement *exagéré*, au contraire, chez le plus jeune. Notons, enfin, que Mendel

ATAXIE HÉRÉDITAIRE. — MALADIE DE FRIEDREICH

FAMILLE A...

A... mort à un âge avancé, *ataxique*.
A eu 4 enfants.

1° Fille ainée, *ataxique*, morte à 56 ans de pneumonie. Mariée à un homme de bonne constitution, goutteux, actuellement âgé de 72 ans.

2° Fille, vivante, 62 ans, *diabétique*.

3° Fille, vivante, 60 ans, *ataxique*.

4° Fils, vivant, 58 ans, *ataxique*.

3 enfants.

1° Fils aîné, 47 ans, *ataxique*, femme bien constituée.

2° Fils, 45 ans, *ataxique*, femme de bonne santé.

3° Fils, 43 ans, *ataxique*, célibataire.

2 filles.

1° Fille aînée, santé bonne.

2° Fille, 35 ans, *chorée avec troubles intellectuels*.

8 enfants.

3 enfants morts en bas âge;
1 fille *ataxique*;
4 vivants, bien portants.

5 enfants.

1 fils mort tuberculeux à 15 ans;
2 filles et 2 garçons, tous bien portant.

8 enfants.

3 morts en bas âge;
5 vivants, de 16 à 5 ans, pas de particularité nerveuse.

1 enfant.

Fils, âgé de 5 ans, bien portant.

1 enfant.

Fille, âgée de 19 ans, *hystérie avec astasie-abasie*.

(de Berlin) a observé un sujet chez lequel, comme dans notre observation, la maladie avait commencé par du *tremblement de l'écriture*.

Si maintenant nous étudions l'évolution de la maladie dans la famille *A*, nous voyons l'ataxie se transmettre toujours semblable à elle-même, avec des variations de symptômes peu importantes et frapper huit membres de quatre générations successives. Nous remarquons, fait habituel, que l'influence de la tare héréditaire va en s'affaiblissant à mesure que les croisements se produisent et qu'augmente le nombre des branches descendantes; mais qu'en même temps d'autres maladies nerveuses apparaissent. Nous notons encore l'influence prépondérante qu'a *l'aîné* dans la transmission de la maladie.

Ainsi, la première génération se compose de quatre membres; trois sont ataxiques et le quatrième *diabétique* (diabète gras à évolution lente).

La deuxième génération compte dix-sept personnes, dont quatre seulement ataxiques, mais parmi elles figurent les trois fils de la branche aînée. Nous y relevons encore une choréique avec troubles cérébraux aujourd'hui guéris.

La troisième génération se compose de douze enfants dont les âges varient de vingt à cinq ans ; chez aucun d'eux on ne peut deviner encore l'ataxie, un seul a les *doigts en massue*, et une fille de dix-neuf ans est *hystérique* avec *astasie-abasie* (diagnostic porté par le professeur Grasset).

Quant au *sexe*, Friedreich a noté que, contrairement à ce qui se passe pour le tabes vulgaire, la maladie atteindrait surtout les filles (9 sur 11). Or, dans la famille *A*, nous relevons, sur huit sujets atteints, cinq hommes et trois femmes.

L'âge auquel la maladie a fait son apparition diffère aussi un peu de celui qu'a indiqué Friedreich. En effet, sauf chez celui qui a été atteint dès l'enfance de tremblement de l'écriture, les premiers signes d'incertitude de la marche se sont révélés de vingt-six à trente-neuf ans.

Nous n'avons pu trouver dans la famille *A* les traces d'aucune diathèse : syphilis, arthritis, etc., pouvant jouer un rôle étiologique. La goutte et la tuberculose y ont été introduites par des croisements et ne peuvent entrer en ligne de compte.

Ajoutons qu'au dire de Mendel (*Soc. de Méd. Berlin*, 5 nov. 1890), il existe 165 observations *publiées* de maladie de Friedreich. Il n'y a que dix autopsies connues, dont cinq faites par Friedreich. A l'heure actuelle on peut admettre qu'il s'agit d'une lésion des cordons postérieurs de la moelle et des faisceaux pyramidaux. On a de plus noté une gracilité spéciale de la moelle, ce qui rend probable l'hypothèse d'un arrêt de développement de l'organe se transmettant héréditairement.

Famille *B*. — Myélite transverse avec paraplégie.

Dans notre seconde famille, il s'agit d'une myélite non systématique, d'une myélite transverse du type dorso-lombaire, frappant sept membres de quatre générations successives.

Les aînés, filles ou garçons, ont tous été atteints.

L'affection s'est montrée chez presque tous de quarante à cinquante ans; chez un seul l'aîné de la plus jeune génération, elle a apparu à dix-huit ans. Tantôt elle a débuté par une période très douloureuse, tantôt elle a marché sourdement commençant par de l'affaiblissement allant lentement et progressivement à la paralysie. Parmi les membres de cette famille, les uns vivent encore avec leur

MYÉLITE TRANSVERSE HÉRÉDITAIRE

FAMILLE B...

B..., *paraplégique* depuis l'âge de 40 ans, mort à 86 ans. Marié à une femme de bonne constitution.
A eu 9 enfants.

- Fils aîné, *paraplégie* depuis l'âge de 43 ans, mort d'une attaque à 75 ans. Marié à une femme *tuberculeuse*.
  - A eu 7 enfants.
    - Fille aînée, vivante, 62 ans, *paraplégie* ayant débuté 5 mois après la ménopause, *tuberculose pulmonaire* à marche lente, mari de bonne constitution.
      - 3 enfants.
        - Fils aîné, 35 ans, *paraplégie* depuis l'âge de 18 ans.
        - 2e fille, morte à 4 ans.
        - 3e fils, 22 ans, bien portant.
    - 2e fille, bonne santé, mariée, sans enfant.
    - 4e fils, mort à 25 ans de *tuberculose intestinale*.
    - 3e, 5e, 6e filles, célibataires, toutes trois bien portantes.
    - 7e fils, vivant, célibataire, 46 ans, *paraplégie* depuis l'âge de 40 ans, *pleurésie chronique*.
- 3e fils, atteint de *cécité* depuis l'âge de 35 ans, célibataire.
- 6e fils, *myélite transverse* à l'âge de 45 ans, ayant évolué d'une façon aiguë et entraîné la mort. Aurait eu un fils atteint de la même affection.
- 8e fille, célibataire, *paraplégique* depuis la ménopause, morte de pneumonie.
- 2e, 5e, 7e enfants morts en bas âge.
  4e et 9e enfants : pas de renseignements.

infirmité, les autres ont succombé à des affections diverses sans relations avec leur maladie héréditaire. Chez un seul individu la myélite a évolué d'une façon rapide et a entraîné la mort.

Chez tous, l'affection médullaire a revêtu le même type se caractérisant par une *paraplégie* généralement incomplète leur permettant de faire quelques pas avec l'aide de deux cannes; chez ceux que j'ai pu observer, la sensibilié était diminuée, mais non abolie; les réflexes rotuliens étaient supprimés ou diminués; il existait de l'amaigrissement des membres inférieurs, mais point d'atrophie musculaire, chez aucun il n'existait de paralysies des sphincters.

J'ai examiné si cette affection familiale ne pouvait avoir pour origine une affection diathésique préexistante : mes recherches, au point de vue de la syphilis, de l'arthritis... sont restées négatives. Je ferai remarquer qu'à la seconde génération la tuberculose a été introduite dans la famille *B* et qu'elle a évolué parallèlement à l'affection de la moelle, tantôt se combinant avec elle, tantôt frappant des membres indemnes de la tare médullaire héréditaire. Elle s'est donc associée à celle-ci, mais ne peut être invoquée comme ayant joué un rôle étiologique.

Si l'influence héréditaire est certaine dans la maladie de Friedreich, puisqu'elle en constitue le principal caractère, elle n'est point aussi nettement admise en ce qui concerne les myélites diffuses non systématiques. Parmi les auteurs qui ont traité la question, Jaccoud est le plus affirmatif. Pour lui l'action de l'hérédité est positive, elle se manifeste de deux manières : tantôt la maladie est léguée *sous la même forme*, tantôt c'est simplement une prédisposition générale aux maladies des centres nerveux qui est transmise. Grasset, Bernheim, Charcot développent la même manière de voir. Déjerine, dans sa remarquable thèse : *L'hérédité dans les maladies du système nerveux*, est moins affirmatif, il pense que dans les myélites diffuses chroniques, l'hérédité nerveuse est moins commune qu'on ne le dit et qu'il s'agit souvent de scléroses d'origine vasculaire ou autre développées sous l'influence de maladies générales ou infectieuses.

Si nous comparons, à ce point de vue de l'hérédité similaire ou dissemblable, nos deux familles, nous voyons que dans toutes deux l'affection médullaire s'est transmise semblable à elle-même, ne présentant que des modifications symptomatiques légères; que, dans la seconde, la myélite transverse n'est associée chez les ascendants ou les descendants à aucune autre affection du système nerveux ; que dans la première, au contraire, outre l'ataxie héréditaire, nous trouvons un cas de diabète, une chorée avec troubles intellectuels et une hystérie avec astasie-abasie.

Relevons encore ces deux faits : l'âge tardif auquel la maladie héréditaire a fait son apparition, et enfin la prédilection marquée qu'elle a manifesté pour la branche aînée.

Nous demandant, en terminant, comment peuvent s'expliquer ces faits de transmission d'une même affection de la moelle à plusieurs générations, nous conclurons avec Déjerine que « si l'hérédité morbide peut être con-

sidérée comme un produit de dégénérescence des éléments anatomiques, il est assez logique de chercher la cause de ces prédispositions héréditaires dans un arrêt de développement de tel ou tel tissu. Schultze et Pick inclinent à croire que c'est dans un arrêt de développement des faisceaux de la moelle que l'on doit chercher l'origine des scléroses systématiques et ils ont invoqué un certain nombre de faits anatomiques à l'appui de cette manière de voir. C'est cet arrêt de développement qui rendrait compte, dans beaucoup de cas, de certaines lésions héréditaires de la moelle épinière. »

M. ODDO

à Marseille.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES TREMBLEMENTS HYSTÉRIQUES

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'étude des tremblements hystériques délaissée jusqu'ici a été menée très activement ces derniers temps sous l'impulsion du mémoire fondamental de Rendu, des descriptions d'ensemble de Pitres, de Charcot, de Dutyl. Les observations se sont multipliées, l'énumération en serait trop longue. On s'est surtout attaché à rapprocher les tremblements hystériques des espèces de tremblements connues jusqu'ici, ce qui a été exprimé par Charcot dans cette proposition synthétique : « Tout tremblement a son sosie dans l'hystérie. » J'ai cru intéressant, en m'appuyant sur plusieurs faits personnels et en compulsant plus de cinquante observations éparses, de noter les traits les plus communs dans la diversité extrême de chaque fait particulier. J'ai pu me convaincre que, en dépit de l'aspect protéiforme de ces tremblements, ils avaient comme un air de famille et comme une silhouette spéciale qui permettent de les reconnaître dans les cas fort rares, il est vrai, où manquent les stigmates, et dans ceux plus nombreux où l'hystérie se trouve associée à une affection organique du système nerveux, à la sclérose en plaques en particulier.

Ces traits communs sont constitués par la nature des causes provocatrices, par le mode de début, par les caractères du tremblement une fois constitué.

1° La nature des causes déterminantes qui amènent l'éclosion des tremblements hystériques est bien digne d'être notée : l'élément psychique

joue le rôle prépondérant, il a été noté plus de quarante fois sur cinquante-cinq. Ce sont toujours des émotions déprimantes qui interviennent. Le plus souvent (trente-deux fois sur quarante et une) l'émotion est brusque: c'est la frayeur. On peut dire que la peur est le grand facteur du tremblement hystérique. Ce fait avait déjà frappé Briquet, Axenfeld et Huchard pour lesquels le tremblement hystérique n'est qu'une exagération du tremblement émotionnel. Il s'agit presque toujours d'accidents graves compliqués ou non de traumatisme. C'est ici le lieu de rappeler avec Boinet que Grasset a raison de considérer la frayeur comme l'équivalent du trauma dans la genèse des accidents hystériques. Bien loin derrière la frayeur viennent la colère, la connaissance brusque d'une mauvaise nouvelle. Les émotions lentes interviennent aussi parfois seules, tandis que d'autres fois elles ne font que préparer le terrain jusqu'au moment où un choc physique ou moral fera éclater le tremblement. Ici encore des causes physiques accompagnent souvent les causes morales ou peuvent les suppléer: préoccupations d'une vie malheureuse, chagrins causés par la perte d'un être aimé, voilà pour l'élément moral; privations, hygiène déplorable, surmenage, voilà pour l'élément physique.

Vient ensuite une classe de tremblements dont le cadre n'est pas encore bien fermé, ce sont les tremblements hystéro-toxiques. Les tremblements mercuriels qui seraient tous hystériques pour Letulle, les tremblements saturnins, quelques tremblements alcooliques. Mais, enfin, tout n'est pas dit sur ce point, car on peut se demander pourquoi une intoxication donnée produit toujours la même forme de tremblement.

Il faut rapprocher des tremblements hystéro-toxiques ceux qui se développent à la suite des maladies infectieuses. On ne sait pas encore quelle est la proportion des tremblements de convalescence qui rentre dans la classe qui m'occupe. La fièvre typhoïde occupe le premier rang, puis viennent la scarlatine, la rougeole, la variole, l'érysipèle, l'éclampsie puerpérale, etc.

Enfin, dans une dernière catégorie de faits, aucune des causes énumérées plus haut ne peut être relevée; le tremblement se développe à la suite d'un accident hystérique : le plus souvent à la suite d'une attaque apoplectiforme, parfois d'une crise hystérique ordinaire.

En se plaçant au point de vue des causes déterminantes, on pourrait donc distinguer trois espèces de tremblements hystériques : les *tremblements hystéro-émotionnels*, *hystéro-toxiques*, *hystériques purs*.

2° Le mode de début présente souvent une évolution caractéristique. Dans un grand nombre d'observations, on relève une *période prodromique* pendant laquelle l'hystérique prépare son tremblement. Cette phase prémonitoire est parfois assez longue, elle dure souvent plusieurs mois. Supposons, c'est le cas le plus commun, que le malade vient d'être secoué par

une violente émotion. A partir de ce moment, sa santé est définitivement déséquilibrée, le symptôme le plus constant, celui qui domine souvent tous les autres, c'est la *céphalée*. Elle annonce le tremblement, et l'accompagnera plus tard; on peut dire quelle est la compagne fidèle du tremblement hystérique. Remarquable par sa violence et sa ténacité, elle est tantôt générale et tantôt localisée plus particulièrement à la région occipitale; parfois presque continuelle, apparaissant ailleurs sous forme de crises accompagnées ou non de vertiges. En même temps apparaissent des troubles psychiques : ce sont l'inaptitude intellectuelle, l'amnésie, une tristesse indicible, une appréhension puérile; la nuit, ce sont des cauchemars revenant sans cesse et se rapportant à l'événement dramatique qui a été la cause de tous ces troubles. L'état physique est aussi altéré, quoiqu'à un moindre degré : faiblesse musculaire, amaigrissement, troubles digestifs. Parfois certains accidents hystériques apparaissent alors : paralysies, contractures, crises convulsives suivies ou non d'hémiplégie. Enfin, un beau jour survient une attaque apoplectiforme après laquelle apparaît le tremblement.

Je ne prétends pas qu'il en soit toujours ainsi, parfois le tremblement s'installe sans s'annoncer, d'autres fois la phase prodromique manque : l'attaque apoplectiforme suivie de tremblement survient immédiatement après la commotion.

3° Une fois constitués, les tremblements hystériques se présentent avec une diversité d'aspect qui semble d'abord défier toute description. Mais en y regardant de bien près, on peut grouper toutes ces particularités autour de deux grands caractères, ce sont la *variabilité* et le *caractère paradoxal*.

La *variabilité* doit être considérée dans l'intensité et aussi à un bien moindre degré dans la forme du tremblement. Les variations d'intensité portées au plus haut point se traduisent par la disparition complète et la réapparition du phénomène, ou, si l'on veut, par sa fugacité. La disparition du tremblement est toujours brusque, elle peut être momentanée ou définitive, souvent spontanée; elle est provoquée parfois par l'intervention thérapeutique et surtout par la suggestion et par l'aimantation. Les variations proprement dites caractérisées par l'affaiblissement ou l'exagération du tremblement sont les unes provoquées et les autres spontanées.

Les premières sont fréquentes : on peut dire que plus qu'aucun autre névropathe le trembleur hystérique a ses bons et ses mauvais jours, ses bons et ses mauvais moments dans la journée. Quant aux causes qui influent sur le tremblement, la plus puissante est l'apparition d'accidents hystériques et surtout de crises convulsives : certains tremblements n'apparaissent qu'après les crises, il n'en est aucun qui ne soit exaspéré par elles. La pression sur les zones hystérogènes exagère toujours le tremblement quand elle n'aboutit pas à la crise convulsive. Vient ensuite l'in-

fluence des émotions : créé par l'émotion, le tremblement hystérique reste toujours sous sa dépendance étroite, la plus petite contrariété, le seul examen médical suffisent à porter le tremblement à son acmé. Il faut rapprocher de cette influence celle de la suggestion qui peut modifier le tremblement dans son intensité et même dans sa forme, comme j'ai pu le constater. Je signalerai encore l'influence des règles et celle de l'occlusion des yeux portée à un très haut point chez un de mes malades.

Des modifications peuvent survenir dans la forme du tremblement, dans ses rapports avec le mouvement et avec le repos présentant successivement le masque de plusieurs tremblements organiques, enfin le tremblement peut varier dans sa localisation.

Le caractère paradoxal ressort de la comparaison minutieuse du tremblement hystérique avec telle ou telle espèce de tremblements connus dont il se rapproche. Certes la simulation des états organiques est souvent portée très loin par l'hystérie, comme le prouve le travail récent de Souques, mais enfin on trouvera toujours sous le masque simulé telle ou telle incorrection qui jure avec la physionomie générale; les anomalies siégeront dans le tremblement lui-même, ou dans les symptômes accessoires qui l'accompagnent.

Pris en lui-même un tremblement hystérique reproduisant le type d'un des tremblements classiques non hystériques s'en écartera souvent par la netteté moins grande de sès caractères. Prenons pour exemple la forme simulatrice la plus commune, la pseudo-sclérose hystérique. Dutyl, Souques ont fait remarquer avec juste raison qu'elle est rarement purement intentionnelle; que, dans l'attitude assise par exemple, les membres relâchés présentent par moments des secousses passagères. L'anomalie siège souvent dans la localisation monoplégique, hémiplégique; les faits de ce genre depuis Homolle, Chambard sont aujourd'hui fort nombreux. A défaut de localisation exclusive, la prédominance marquée dans un membre constitue une irrégularité qui peut mettre sur la voie du diagnostic.

Enfin le caractère paradoxal peut résulter de la coexistence d'autres phénomènes hystériques. Par leur groupement, ces symptômes multiples jouent assez bien l'affection organique; mais presque toujours, par quelque coin, l'hystérie montre le bout de l'oreille. C'est dans le domaine de la sensibilité qu'il faut surtout chercher, les stigmates ne manquant presque jamais; dans un cas de Bristowe, il n'y avait qu'une plaque d'hyperesthésie; dans un fait qui m'est personnel, une plaque de paresthésie. Dans le domaine moteur ce sont les paralysies, les contractures. On a dit que le tremblement fait le pont entre la paralysie et la contracture; cela est surtout vrai pour le tremblement hystérique. Or, ces associations sont souvent irrégulières un tremblement intentionnel avec diminution des

réflexes, un tremblement à allures parkinsoniennes avec des contractures vraies et non des pseudo-contractures, etc. Enfin, dans quelques cas, le caractère paradoxal est tellement prononcé que le tremblement hystérique ne ressemble plus à rien. C'est alors qu'on peut faire rentrer le tremblement dans les formes que j'ai appelées *atypiques* par opposition aux formes *typiques* simulatrices des tremblements classiques.

M. Édouard BOINET et **M. J. SILBERT**

Professeur agrégé des Facultés de Médecine, professeur à l'École de Médecine de Marseille.

Interne en pharmacie.

PTOMAÏNES URINAIRES DANS LE GOITRE EXOPHTALMIQUE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Les paralysies que l'on observe dans le goitre exophtalmique se rattachent tantôt à des lésions bulbo-protubérantielles, Ballet (1), Gautier (2) ; tantôt elles sont de nature hystérique. Cette pathogénie ne pouvait être invoquée chez une de nos malades (3), atteinte de goitre exophtalmique, compliqué de paralysie incomplète du membre supérieur droit, de souffle systolique intermittent et d'arythmie cardiaque, se renouvelant toutes les cinq à six pulsations. Aussi avons-nous recherché dans les urines, recueillies pendant dix jours, la présence de ptomaïnes, que nous avons étudiées au point de vue physiologique.

Partie chimique. — Huit litres d'urine sont évaporés par distillation dans le vide, après addition de 16 grammes d'acide oxalique : on réduit le volume à 400 centimètres cubes : on obtient un liquide brun rougeâtre, foncé, d'odeur urineuse, de réaction acide, doué de propriétés toxiques.

A. — La *première* moitié de cet extrait est *alcalinisée* à la soude caustique et agitée avec de l'éther, de l'alcool amylique et de la benzine. Chacun de ces traitements est continué jusqu'à ce que le dissolvant ne se colore plus (300 centimètres cubes en moyenne). Ces nouvelles liqueurs, agitées avec de l'eau acidulée à 2 0/0 d'acide chlorhydrique, évaporées, à froid, dans le vide en présence d'acide sulfurique ont donné un résidu cristallin

(1) Ballet, *Revue de Médecine*, 1883, p. 254.
(2) Gautier, *Revue de Médecine*, 1890, p. 425.
(3) Boinet et Bourdillon, Goitre exophtalmique. *Assoc. pour l'Avanc. des Sciences*, Marseille, 1891.

d'où l'on a extrait les ptomaïnes dites *alpha* : elles portent le nom du dissolvant qui a permis de les isoler.

Ptomaïne éthérée (α). La seconde cristallisation a abandonné des cristaux jaunâtres, réunis en petites masses, formés d'aiguilles groupées en étoiles, d'odeur agréable, solubles dans l'eau. Comme les corps suivants, ils répondent aux réactions des ptomaïnes, ils réduisent franchement le ferrocyanure et précipitent par les réactifs généraux.

Ptomaïne amylique (α). Les cristaux sont blanc jaunâtre, abondants, assez semblables à ceux de la ptomaïne éthérée : ils sont réunis en petits mamelons mouillés par un liquide brun. La liqueur amylique primitive présentait une fluorescence verte.

Ptomaïne benzénique (α). Ces cristaux sont blancs, très petits, d'odeur agréable et en faible quantité : au microscope, ils présentent la forme de petits losanges, montrant au centre un point noir, qui n'est pas constant.

B. — La *seconde* partie du premier extrait des urines, *acidifiée* par l'acide oxalique, a été lessivée par l'éther et l'alcool amylique. Les liqueurs foncées ainsi obtenues ont été évaporées, l'éthérée à froid, l'amylique à une douce température : leur résidu a été repris par l'eau distillée pure, qui a été évaporée dans le vide sulfurique. On a retiré ainsi en milieu *acide*, des ptomaïnes dites *béta*. Elles diffèrent des ptomaïnes *alpha* par leur cristallisation difficile, par la réduction plus énergique et plus rapide du ferrocyanure et par leurs propriétés physiologiques.

Ptomaïne éthérée (β). C'est un liquide brun visqueux, d'odeur de peptone, de réaction faiblement acide, très soluble dans l'eau : on observe au microscope quelques petits cristaux en lamelles et de nombreux corps amorphes, arrondis, chagrinés.

Ptomaïne amylique (β). Liquide brun visqueux, à odeur de rôti, faiblement acide, s'oxydant rapidement à l'air et présentant, au microscope, quelques très petits cristaux prismatiques, groupés en étoile.

En résumé, le procédé d'extraction, qui nous a permis d'isoler ces deux séries de produits, possédant les réactions chimiques des ptomaïnes, offre les particularités suivantes : il fait agir les dissolvants en milieu acide, sur des extraits aqueux et sans intervention de substances métalliques : on évite l'action de ces dernières substances sur des corps aussi instables que les ptomaïnes et on peut isoler des produits, insolubles dans l'alcool, doués de propriétés physiologiques intéressantes. Nous avons ainsi extrait quelques principes actifs, qui ont, parfois, déterminé chez les animaux en expérience des phénomènes cardiaques ou moteurs comparables à ceux que présentait cette malade.

Étude physiologique. — I. Nous avons recherché sur dix-huit animaux (cobayes, grenouilles, lapins, tortue) l'action physiologique que ces diverses ptomaïnes exercent sur le cœur, la motilité, la sensibilité et la température.

II. — Le résidu de l'évaporation de l'urine détermine chez les animaux des troubles cardiaques et moteurs; il a une assez grande toxicité : 3 centimètres cubes injectés dans les veines de l'oreille du lapin entraînent brusquement la mort avec congestion pulmonaire et arrêt du cœur en systole.

L'injection d'un centimètre cube du même liquide sous la peau de la cuisse de la grenouille, provoque le ralentissement, la diminution d'énergie des battements du cœur, coïncidant avec la dilatation du ventricule; puis l'arrêt du cœur en diastole. Il existe une congestion bien nette des vaisseaux périphériques. On observe aussi des mouvements convulsifs. Nous avons isolé de ce produit brut de l'évaporation de l'urine des principes actifs et nous avons étudié leur action:

A. Sur le coeur. — De l'examen de nombreux tracés, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

III. — La ptomaïne *amlique* (α) produit, sur la grenouille, le ralentissement des battements du cœur, l'affaiblissement de la systole, l'arythmie (Exp. IV, VI), l'augmentation de la phase diastolique et l'arrêt du cœur en diastole. Si on introduit une petite quantité de cette ptomaïne dans le cœur d'une tortue, placé dans un appareil à circulation artificielle, on constate l'arrêt rapide des contractions avec relâchement de la paroi ventriculaire.

IV. — La ptomaïne *amylique* (β) entraîne de plus une augmentation passagère de l'énergie de la systole, suivie de l'affaiblissement des battements et d'arythmie. L'arrêt du cœur se fait en diastole. L'arythmie est très marquée et, sur les tracés, elle présente un type intermittent assez semblable à celui qu'offrait notre malade.

V. — La ptomaïne *benzénique* (α) provoque d'abord une diminution passagère de l'énergie systolique, puis une augmentation transitoire de l'ampleur de la systole; plus tard surviennent l'affaiblissement systolique et l'augmentation de la phase diastolique avec mouvements convulsifs. Sous l'influence de nouvelles doses, les systoles se rapprochent et deviennent plus énergiques. Son action cardiaque est moins marquée que celle de la ptomaïne amylique (α).

VI. — La ptomaïne *éthérée* (α) détermine un ralentissement cardia ue avec diminution de l'énergie systolique; puis, on note de l'accélération des battements du cœur avec augmentation de l'ampleur systolique; enfin survient un affaiblissement cardiaque définitif. Une forte arythmie existait dans les expériences X, XII et XIII. Sur les tracés, on constate que la ptomaïne éthérée amène, à l'inverse des ptomaïnes amylique et benzénique, l'arrêt du cœur en systole.

Dans quelques expériences, on observe l'arythmie suivante : cinq pulsations égales sont séparées par une longue phase diastolique. Sur d'autres parties du tracé, on voit qu'une longue diastole est interposée entre trois

pulsations semblables; la systole suivante est plus énergique; puis, le même rythme recommence.

B. Sur la motilité. — VII. — La ptomaïne *amylique* (α) est convulsivante. Les mouvements convulsifs sont plus accentués dans les membres antérieurs; ils se reproduisent à plusieurs reprises. Les réflexes sont conservés.

VIII. — La ptomaïne *amylique* (β) a, au contraire, une action paralysante sur la fibre musculaire. Une demi-heure après l'injection d'un centimètre cube, la parésie musculaire est telle que la grenouille, mise sur le dos, ne peut plus se relever. Dix minutes plus tard, les réflexes sont presque abolis. L'excitation électrique directe du muscle mis à nu ne donne que de très légères contractions. Si on excite le nerf sciatique, on observe des mouvements très nets du membre correspondant. L'excitabilité de la moelle est conservée, mais elle s'épuise vite.

XI. — La ptomaïne *benzénique* (α) détermine, chez la grenouille, des mouvements convulsifs généralisés, qui se reproduisent à plusieurs reprises.

XII. — La ptomaïne *éthérée* (α) produit, au début, de l'hyperexcitabilité musculaire et des mouvements convulsifs; puis on note de la parésie dans les mêmes muscles. Cette résolution musculaire arrive plus rapidement, lorsqu'on emploie les ptomaïnes (β) retirées en milieu acide.

C. Sur la sensibilité. — XIII. — L'injection sous-cutanée ou intrapéritonéale de ces ptomaïnes est douloureuse: plus tard ces différentes substances ne produisent ni anesthésie ni hyperesthésie. Cependant la ptomaïne amylique (β) diminue la sensibilité à la douleur. Dans les expériences faites sur les grenouilles avec les ptomaïnes benzénique (α), éthérées (α, 6), l'intégrité de la sensibilité contraste avec les troubles de la motilité.

D. Sur la température. — XIV. — Si on injecte la ptomaïne amylique (β) dans le péritoine d'un cobaye, la température de cet animal s'abaisse progressivement d'un degré en une heure, pour s'élever ensuite au-dessus de la normale.

L'injection intra-veineuse de cette ptomaïne détermine sur le lapin un abaissement de température d'un degré ; au bout de quatre heures, le thermomètre marque 40° 2 (c'est-à-dire 8/10^{mes} de degré au-dessus du chiffre initial) ; quelques heures plus tard la température redescend à la normale. Cette élévation thermique s'accompagne de l'accélération de la respiration, d'un léger rétrécissement pupillaire et d'hyperexcitabilité musculaire.

XV. — Nous avons essayé en vain de produire le syndrome clinique du goitre exophtalmique, en injectant chaque jour des petites doses de ptomaïnes soit dans le péritoine, soit sous la peau des cobayes. Nous ferons cependant remarquer que quelques animaux ont présenté des troubles moteurs et cardiaques comparables à ceux qu'offrait notre malade. On constatait, par exemple, la même arythmie sur les tracés graphiques du cœur de la grenouille.

M. Adolphe BLOCH

Ex-Médecin de l'Hôpital du Havre, ancien interne des hôpitaux de Paris, à Paris.

SUR LA PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE DU NERVOSISME — NON-VALEUR DU TERME NEURASTHÉNIE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Beard, médecin américain, a créé en 1869 le mot de *neurasthénie*, pour dénommer une maladie qui avait été décrite avant lui, en France, sous le nom de *névropathie protéiforme* par Cerise, d'*état nerveux* par Sandras, de *nervosisme* par Bouchut, enfin d'*hyperesthésie générale* par Monneret.

Depuis, le professeur Jaccoud l'a aussi fait connaître dans son Traité de pathologie interne en l'appelant *irritation cérébro-spinale*.

On ne manquait donc pas d'expressions françaises pour assigner un nom définitif à cette névrose, et surtout d'expressions plus appropriées à la nature de la maladie.

Cependant le terme de *neurasthénie* a prévalu.

Je me propose de démontrer, en m'appuyant sur la clinique et sur la physiologie, qu'il n'y a pas de faiblesse nerveuse dans cette affection que l'on désigne improprement sous le nom de *neurasthénie*.

CONSIDÉRATIONS CLINIQUES

Déjà, en examinant les nombreux symptômes qui caractérisent le nervosisme, l'on remarque que la paralysie des membres ne s'y rencontre pas; or, il n'est pas douteux que la paralysie exprime la faiblesse nerveuse au plus haut degré. Quant à l'anesthésie cutanée, elle est des plus rares, et il y a plus souvent augmentation que diminution de la sensibilité des téguments.

Étudions maintenant les principaux symptômes, dits de faiblesse : l'inaptitude au travail intellectuel, la fatigue cérébrale précoce, l'émotivité, l'agoraphobie, l'amyosthénie, la fatigue musculaire, l'impuissance génitale.

Il semble, au premier abord, qu'ils constituent réellement des signes de faiblesse, mais il n'en est rien quand on les examine de près.

L'*inaptitude au travail intellectuel* n'est pas simplement, comme on pourrait le croire, une espèce de faiblesse ou d'impotence fonctionnelle du cerveau. Il y a toute autre chose. Ce qui s'oppose au travail intellec-

tuel, ce sont les diverses espèces de malaises qui se manifestent dans le cerveau pendant que le névropathe cherche à fixer son attention. Il ressent toutes sortes de douleurs et de sensations dans la tête, un sentiment de vide intra-crânien, ou bien de la pesanteur, ou encore une pression, comme si un cercle de fer entourait le crâne, le tout accompagné souvent de vertiges et même de nausées. L'on comprend donc que de tels obstacles du côté de l'organe essentiel de l'intelligence puissent occasionner une difficulté insurmontable du travail, et il est facile de voir que ces symptômes représentent de l'hyperesthésie cérébrale et non de la faiblesse nerveuse.

La *fatigue cérébrale* est un signe de même nature que les précédents, c'est-à-dire une variété d'hyperesthésie. Faites disparaître tous ces malaises si pénibles — et l'on n'y arrive pas en prescrivant des toniques — et le travail intellectuel sera aussi facile que chez ceux qui ne les ont jamais éprouvés.

L'*émotivité* n'est pas non plus une marque de faiblesse, car si les névropathes sont faciles à émouvoir, c'est qu'ils sont impressionnables, c'est-à-dire doués d'un système nerveux dont la sensibilité est évidemment trop forte.

L'*agoraphobie*, qu'on appelle la peur des espaces, n'est pas une peur proprement dite, car elle constitue un ensemble de malaises cérébraux, analogues à ceux qui viennent d'être décrits, et que des névropathes éprouvent particulièrement dans le moment où ils doivent traverser une grande place; mais ils peuvent les ressentir également dans d'autres occasions, comme lorsqu'ils se trouvent dans un endroit où sont réunies un grand nombre de personnes, au théâtre, à l'église, etc. (c'est ce qu'on peut appeler des *paroxysmes occasionnels*).

Débarrassez les névropathes des malaises qui les prennent dans ces circonstances et ils pourront facilement traverser une place ou rester au théâtre.

Voyons un autre genre de symptômes nerveux, dits de faiblesse:

L'*amyosthénie*. Ici aussi, la faiblesse n'est qu'apparente, car si l'on emploie le dynamomètre pour étudier la force de pression, on remarque qu'elle est aussi puissante chez les névropathes que chez les autres. Quelquefois même, elle est plus élevée. Pourquoi donc certains malades se plaignent-ils d'être faibles et de ne pouvoir marcher longtemps sans se fatiguer? C'est qu'ils éprouvent dans les membres des malaises de toutes sortes qui gênent la marche et qui ne sont, en réalité, que de l'hyperesthésie. Il peut y avoir *hyperesthésie musculaire* comme il y a *hyperesthésie cérébrale*, et ce n'est pas une fatigue précoce qui amène ces malaises, car ceux-ci peuvent se présenter dès le matin, au réveil. D'ailleurs, ils peuvent disparaître instantanément pour faire place à un état de bien-être

d'une durée plus ou moins longue. Or, il est certain qu'un système nerveux réellement faible ne peut acquérir tout d'un coup une dose de force plus considérable que d'ordinaire.

Il est, d'ailleurs, facile de se renseigner sur le fonctionnement de la moelle épinière en pratiquant l'expérience du réflexe tendineux au genou. Si la moelle était atteinte de faiblesse, nous devrions constater une diminution d'énergie de ces réflexes. Or, c'est souvent le contraire que l'on constate, car l'on peut voir la jambe fortement soulevée, ainsi que la cuisse et même le membre du côté opposé.

Les contractions fibrillaires spontanées des muscles sont, du reste, un symptôme fréquent de l'état nerveux.

L'*impuissance génitale* peut apparaître aussi comme symptôme de la névrose. Mais elle n'est souvent que factice, car elle peut être due à une influence inhibitrice de l'encéphale sur les organes génitaux: c'est ainsi que se produit l'absence d'érections chez certains névropathes nouvellement mariés.

L'*inhibition* est un phénomène nerveux que les expériences de Brown-Séquard ont parfaitement mis en évidence et qui est applicable à la pathologie nerveuse.

Je crois inutile de m'arrêter plus longtemps sur l'analyse des différents symptômes du nervosisme, car presque tous ont pour point de départ l'hyperesthésie nerveuse.

De celle-ci dépend non seulement l'exaltation de la sensibilité et des fonctions, mais encore leur perversion. Ainsi dans la dyspepsie chimique d'influence nerveuse, par exemple, il peut y avoir, chez les uns, augmentation de la sécrétion des acides de l'estomac, et chez d'autres, au contraire, diminution de ces acides.

Peut-on dire qu'il y a, dans ce dernier cas, une faiblesse de la sécrétion du suc gastrique? Non. Il y a, comme dans le premier cas, une perturbation fonctionnelle provenant de l'hyperesthésie des centres nerveux qui président à la sécrétion stomacale.

CONSIDÉRATIONS DE PHYSIOLOGIE NORMALE ET PHYSIOLOGIQUE

Le nervosisme est donc dû à l'hyperesthésie du système nerveux cérébro-spinal et ganglionnaire, et l'on peut comparer cette hyperesthésie organique à celle des nerfs périphériques atteints de névralgie.

La symptomatologie des deux espèces de névroses présente, d'ailleurs, bien des analogies. Ainsi, dans la névralgie, nous rencontrons de la douleur et toutes sortes de sensations anormales, telles que des fourmillements et de l'engourdissement, qui ont leur siège le long du nerf hyperesthésié; dans le nervosisme cérébral, nous voyons également de la douleur,

comme la céphalée, et diverses espèces de troubles de la sensibilité que nous avons passées en revue, douleur et sensations qui ont leur siège dans le cerveau hyperesthésié.

Démontrons par la physiologie que les centres nerveux peuvent être atteints d'hyperesthésie.

Avant les recherches de Fritsch et Hitzig, en 1870, on admettait que les lobes cérébraux étaient absolument insensibles à tous les excitants mécaniques, chimiques et thermiques qu'on appliquait à leur surface ; mais c'est par l'électricité faradique ou galvanique que ces physiologistes ont pu démontrer que certaines régions de l'écorce étaient parfaitement excitables (centres psycho-moteurs). En effet, l'on remarque qu'il se produit des mouvements limités dans certains muscles de la face et des membres du côté opposé du corps par l'électrisation de ces régions.

En outre, l'expérimentation physiologique a encore fait voir que l'électrisation modérée de ces centres moteurs et celle des faisceaux blancs sous-jacents provoquait des réactions organiques variées du côté de la circulation, de la respiration et de différentes sécrétions, exactement comme le font les *émotions*, c'est-à-dire en produisant soit une action excitante (palpitations, pâleur, par resserrement des vaisseaux, augmentation de certaines sécrétions), soit une action d'arrêt ou inhibitoire (syncope, rougeur par relâchement des vaisseaux, etc.).

On peut donc considérer les lobes cérébraux comme étant des *surfaces sensibles* qui se comportent et réagissent de la même façon que les nerfs périphériques soumis à une excitation. Entre l'excitabilité des nerfs périphériques et celle des fibres nerveuses intra-encéphaliques, il n'y aurait donc pas de différence de nature, mais seulement de degré (F. Franck).

Enfin, par l'expérimentation, on a aussi reconnu que l'excitabilité cérébrale variait d'un animal à l'autre de même espèce, et qu'elle augmentait considérablement dans certaines conditions déterminées, comme dans l'inflammation légère des circonvolutions, produite artificiellement, toutes choses que la clinique avait déjà démontrées chez l'homme, mais dont on n'avait pas encore tiré parti au point de vue de la physiologie pathologique du nervosisme.

Ajoutons encore que l'excitation de la zone motrice corticale au moyen des courants électriques peut aussi provoquer des accès convulsifs épileptiformes partiels ou généralisés (F. Franck).

A part cela, les physiologistes avaient déjà constaté, antérieurement à ces dernières expériences, que certaines parties de l'encéphale, telles que la protubérance annulaire, les pédoncules cérébraux, etc., sont, chez les animaux, des régions douées d'une très grande sensibilité, à l'état normal.

Il est évident que l'excitabilité des lobes cérébraux ne peut être comparée

à celle de ces organes ; mais des tissus, très peu sensibles normalement, peuvent devenir hyperesthésiques, dans l'état pathologique.

Nous sommes donc en droit de conclure, sans vouloir, d'ailleurs, faire des localisations proprement dites, que l'encéphale peut, comme les nerfs périphériques, devenir le siège de sensations douloureuses et autres, ainsi que cela se remarque dans le nervosisme cérébral. Nous avons encore à nous demander, au point de vue de la physiologie pathologique, comment se produisent et se relient les uns aux autres les phénomènes si multiples et si divers qui caractérisent le nervosisme.

On a attribué le développement de cette névrose à diverses maladies locales ou générales, comme la dyspepsie avec ou sans dilatation de l'estomac, l'entéroptose, l'anémie, l'arthritisme, l'herpétisme, et aussi à des troubles locaux de la circulation des centres nerveux ; mais aucune de ces affections ne peut engendrer ni occasionner le nervosisme.

L'hyperesthésie des centres nerveux ne s'établit pas si facilement qu'on le pense, et il faut pour cela que la prédisposition ou le traumatisme intervienne.

En ce qui concerne l'anémie, j'ai déjà démontré, en 1880, que cette affection n'est nullement la cause du nervosisme *(L'eau froide, ses propriétés et son emploi dans l'état nerveux)*. Que l'on augmente, par tous les moyens possibles, le nombre des globules sanguins ainsi que la quantité d'hémoglobine, l'on n'arrivera jamais, par ce seul procédé, à faire disparaître la névrose.

J'ai aussi déjà démontré, à propos de l'hérédité morbide, que ce n'est pas toujours le nervosisme lui-même ou une autre maladie nerveuse qui pouvait amener cette névrose chez les descendants. D'autres maladies héréditaires; telles que la scrofulo-tuberculose et l'alcoolisme, peuvent aussi déterminer le nervosisme dans la descendance *(Association pour l'Avancement des sciences*, 1889 et 1890).

Quant au traumatisme, il doit nous arrêter un instant, car cette cause déterminante de nervosisme va nous aider largement à établir le rôle important que joue l'hyperesthésie dans la production de cette maladie. Un traumatisme, comme celui qui a lieu dans les accidents de chemin de fer, imprime à la masse encéphalique un ébranlement plus ou moins violent dont les effets se manifestent immédiatement par la syncope, et plus tard par des symptômes identiques à ceux du nervosisme cérébral. Mais en quoi consiste cet ébranlement qui crée ainsi une maladie à symptômes si variés ? C'est une commotion ou plutôt une contusion du cerveau tout à fait semblable à celle qui peut se produire sur toute autre partie du corps soumise à un choc direct ou indirect. Voyez ce qui se passe quand on se heurte le tibia contre un corps contondant, accident qui a pu arriver à tout le monde. A l'endroit contus, l'on observe très peu de chose, mais

cette partie reste très douloureuse pendant plusieurs jours, et même pendant quelques semaines après; et si le choc a eu lieu près de l'articulation du genou, la douleur peut quelquefois persister indéfiniment, en devenant plus vive à certains intervalles.

Du côté de l'encéphale, nous voyons les mêmes phénomènes se produire. Le choc communiqué par le traumatisme à cet organe si délicat en modifie la manière d'être, et cette modification consiste dans l'hyperesthésie du tissu nerveux, tout comme l'hyperesthésie du tibia est la conséquence de la contusion de la jambe. L'on comprend qu'un cerveau ainsi contusionné conserve des traces souvent ineffaçables du choc qu'il a subi.

On pourrait cependant objecter que le traumatisme qui a occasionné les accidents cérébraux est souvent de peu d'importance et que la syncope ne survient pas toujours au moment de la commotion ; mais, dans ce cas, au choc physique s'ajoute le *choc moral* qui, lui aussi, contribue à la genèse de l'hyperesthésie nerveuse. Le choc moral, qui est la conséquence d'une vive frayeur devant un danger imminent, ébranle à sa façon le cerveau, mais entraîne également l'hyperesthésie.

Le nervosisme traumatique est donc un véritable *nervosisme expérimental* qui nous permet de reconnaître que c'est bien l'hyperesthésie cérébrale, conséquence du traumatisme, qui occasionne les accidents névropathiques. Concluons, par conséquent, que le terme de neurasthénie et, à plus forte raison, celui d'*épuisement nerveux* n'ont aucune valeur.

Dans les expériences précédemment citées au sujet de l'excitabilité cérébrale, on a remarqué que cette excitabilité pouvait disparaître complètement sous l'influence d'un courant électrique trop intense ou trop prolongé. C'est ce qu'on appelle en physiologie de l'épuisement nerveux; mais cette espèce d'épuisement, provoquée par l'expérimentation, n'a aucune analogie avec les symptômes permanents du nervosisme, car elle n'est que temporaire ; en effet, l'excitabilité cérébrale reparaît après quelques minutes de repos.

En tout cas, quelle que soit l'opinion que l'on se fasse sur la maladie dont nous venons de nous occuper, il était bon, je pense, de conserver les expressions d'*état nerveux* ou de *nervosisme* qui avaient déjà cours dans la science avant les travaux de Beard, et qui, en indiquant tout simplement que l'on avait affaire à une névrose, ne précisaient aucune question de doctrine.

M. Ch. BOUCHARD

Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

CIRRHOSE ALCOOLIQUE BIVEINEUSE GUÉRIE PAR LE CALOMEL A PETITE DOSE. — ANGIOCHOLITE INFECTIEUSE TERMINALE. — SOUFFLE SPLÉNIQUE. — ANGIECTASIES HÉMORRAGIPARES DE LA PEAU ET DE L'ŒSOPHAGE. — BATTEMENTS PRÉROTULIENS. — POULS CAPILLAIRE. — PAS D'INSUFFISANCE AORTIQUE. — ÉTROITESSE CONSIDÉRABLE DE LA CROSSE AORTIQUE. — HYPERTROPHIE DU VENTRICULE GAUCHE.

— Séance du 18 septembre 1891 —

J'ai communiqué, en 1889, à la Société clinique (*France médicale*, n° 36, 1889) la première partie de l'histoire de la malade dont je vais parler, qui est entrée dans mon service de l'hôpital Lariboisière le 7 janvier 1886, et qui y a succombé le 5 juillet 1891. Pendant cinq ans et demi, je l'ai soumise à l'examen de presque toutes les personnes qui ont assisté à mes visites. Pendant près de trois ans, elle était maintenue au nombre des malades, quoiqu'elle ne fût souffrante qu'à de rares intervalles, en vue de faire profiter les élèves de l'étude d'un fait clinique rare et intéressant. Elle utilisait d'ailleurs sa présence dans les salles en s'employant comme infirmière volontaire.

Les points intéressants du début de son histoire, que je ne reproduis pas ici puisqu'ils ont été publiés, sont :

1° La guérison, par l'usage du calomel à la dose quotidienne de deux et même de un centigramme, d'une cirrhose alcoolique avec augmentation de volume du foie, dilatation des veines sous-cutanées abdominales, ascite qui a nécessité quatre ponctions dans l'espace d'un an ;

2° L'insuffisance de la fonction hépatique caractérisée par la glycosurie qu'on provoquait à volonté chaque fois qu'on faisait ingérer 66 grammes de sucre de canne ; insuffisance hépatique caractérisée également par des accès d'auto-intoxication avec céphalée, délire, coma, convulsions. myosis, qui survenaient chaque fois que se produisaient des crises rénales avec oligurie, ou avec albuminurie transitoire ;

3° L'existence d'un souffle splénique isochrone aux battements du pouls, qui se produisait dans la rate tuméfiée et qui n'était pas la propagation d'un souffle cardiaque ni d'un souffle artériel.

C'est l'un des cinq cas de souffle splénique que j'ai constatés. Quatre de ces cas concernent des malades atteints de cirrhose ; l'un d'eux a été publié

ultérieurement par M. Leudet (1), avec qui j'avais pu l'observer grâce à l'obligeance de mon collègue M. Gouguenheim. Les cas de souffle splénique observés avant moi par Griesinger, Thierfelder et Winkel, Gerhardt, Roeser, Schützenberger, Moissurianz, n'avaient aucune relation avec la cirrhose.

En février 1886, l'état de cette femme, qui avait alors trente-deux ans, était des plus fâcheux ; en mars 1887, après la dernière ponction qui ne fut pas suivie de reproduction de l'ascite, le mal était enrayé : le foie n'avait assurément pas repris sa structure normale, mais son fonctionnement était assez peu défectueux, et les accidents morbides étaient exceptionnels ; le développement des veines abdominales avait disparu ; de petites tumeurs vasculaires, qu'on avait vues apparaître sur le front, sur les paupières et sur les joues, s'effaçaient ; mais le foie restait tuméfié et inégal, la rate conservait son volume exagéré ; le souffle splénique persistait. Il se maintint encore pendant trois ans sans modification appréciable. En mars 1890, il était beaucoup plus faible. En avril 1891, il avait totalement disparu pour ne plus revenir.

Cependant, tandis que le souffle splénique se supprimait, d'autres troubles vasculaires se produisaient. Les petites tumeurs érectiles veineuses revenaient ; on en voyait de nouveau sur la face, dans le pharynx, une sur le côté interne de la dernière phalange de l'annulaire gauche. Cette dernière tumeur, en février 1890, devient la source d'une hémorragie assez vive, d'apparence artérielle, qu'on arrête facilement par la compression. La même tumeur, en août 1890, donne une nouvelle série d'hémorragies auxquelles on oppose encore la compression, laquelle ayant été maintenue pendant une nuit, provoque la nécrose des deux dernières phalanges. D'autres varices existaient dans l'œsophage ; l'une d'elles donna après des hématémèses et du mélœna, une hémorragie à laquelle la malade succomba. La totalité du tube digestif, depuis le cardia jusqu'à l'anus, fut trouvée à l'autopsie distendue par une masse de sang qu'on estima à près de six litres.

En même temps que les tumeurs variqueuses avaient reparu, on avait constaté un nouveau symptôme : la main, appliquée sur la face antérieure des deux genoux, percevait des battements isochrones au pouls. Ce n'était pas la rotule qui était soulevée, c'était le tissu sous-cutané prérotulien qui présentait un phénomène d'expansion pulsatile, sans qu'il y eût ni déformation, ni changement d'aspect ou de couleur du tégument à ce niveau. Le même symptôme apparaissait partout où le doigt explorait une portion de la peau, immédiatement appliquée sur une surface résistante, aux malléoles, aux olécranes, sur les os malaires. M. François Franck a

(1) *Revue de Médecine*, 1890.

bien voulu, à ma prière, prendre le tracé des pulsations prérotuliennes.

En présence de ces troubles vasculaires, il était naturel de rechercher l'existence du pouls capillaire. Je le constatai à diverses reprises, de la façon la plus nette, sous les ongles.

Les ongles et les dernières phalanges des doigts offraient la déformation hippocratique au plus haut degré. Cette déformation fut reconnue pour la première fois à la fin de 1887 ; elle avait peut-être passé inaperçue jusque-là ; mais la malade affirmait qu'elle avait autrefois les doigts comme tout le monde, mais ne pouvait pas préciser l'époque de l'apparition de cette difformité, ni même dire si elle avait apparu avant ou après le commencement de sa maladie. Cette altération du squelette de la dernière phalange, jointe aux battements et au pouls capillaire, devait rendre plus attentif encore sur l'état du cœur qui avait été souvent exploré et qui, à diverses reprises, avait attiré l'attention par des troubles fonctionnels.

C'est en mars 1889 qu'on constate pour la première fois un souffle systolique à la pointe et en même temps un souffle systolique à la base, qui a été retrouvé depuis à de rares intervalles, tandis que le souffle de la pointe a été entendu à un grand nombre d'examens, mais non constamment. Les troubles fonctionnels ont été tantôt les palpitations, tantôt l'arythmie. Ce qui a été noté constamment, c'est l'absence de tout signe local d'insuffisance aortique. L'autopsie, d'ailleurs, a démontré l'intégrité de toutes les valvules, l'absence expérimentalement démontrée de l'insuffisance aortique. Mais le ventricule gauche était notablement hypertrophié. On en trouva l'explication dans l'existence d'une étroitesse de l'aorte, commençant à 9 centimètres au-dessus de son origine et s'étendant dans une portion seulement de la région thoracique. La limite précise en bas n'a pas été établie, en raison d'un accident d'autopsie. Le calibre de l'aorte, dans sa portion rétrécie, n'était pas supérieur à celui de l'iliaque primitive.

L'examen histologique n'a pas permis de constater d'altérations pathologiques du tissu artériel dans la portion rétrécie.

On a, je pense, dans la coexistence du rétrécissement de l'aorte avec hypertrophie du cœur et de la cirrhose hépatique, l'explication des troubles vasculaires singuliers observés chez ma malade, la cirrhose ayant produit les modifications anatomiques ou fonctionnelles qui produisent si souvent dans cette maladie la dilatation des terminaisons vasculaires. Le ventricule hypertrophié lançait à chaque systole une puissante ondée sanguine ; puis la tension artérielle baissait brusquement par suite du libre passage du sang des artères dans les veines, de même qu'elle tombe dans l'insuffisance aortique par le reflux dans le ventricule gauche.

Pour compléter cette histoire sommaire, je dirai que, au cours de la dernière année, se développa une tuberculose pulmonaire, et que, dans

les derniers mois, apparurent des signes d'angiocholite infectieuse caractérisée par l'ictère à rechutes, avec accès fébriles pseudo-intermittents. L'autopsie démontra l'existence d'une boue pigmentaire dans les divisions dilatées du canal hépatique, avec infarctus biliaires et présence du *bacillus coli communis*, sans calculs dans la vésicule ni dans le canal cholédoque.

M. SCHNELL

Médecin adjoint des Hôpitaux, à Marseille.

DE LA PARALYSIE DU VOILE DU PALAIS DANS L'ATAXIE LOCOMOTRICE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Parmi les paralysies partielles qui peuvent s'observer, au cours de l'ataxie locomotrice, dans le domaine des nerfs crâniens, celle du voile du palais a été jusqu'ici peu remarquée.

Nous avons eu occasion d'observer chez un ataxique une paralysie très nette du muscle azygos, qui a appelé notre attention sur ce sujet.

Observation. — J. P., âgé de quarante ans, entre à l'Hôtel-Dieu de Marseille, le 9 janvier 1889, dans le service de M. le professeur Laget. Depuis 1888, il vit péniblement de son métier de journalier; auparavant il travaillait aux champs, dans l'Isère son pays natal. Son père est mort de pneumonie; sa mère est franchement hystérique; il a eu de nombreux frères et sœurs : neuf sont morts entre deux et cinq ans, de variole, rougeole ou diphtérie; la seule sœur qui lui reste est hystérique.

Quant à lui, en 1871 il eut des accès paludéens pendant quatre mois et souffrit de la dysenterie pendant deux mois, à l'époque de la guerre. Il a eu une blennorragie et, en 1886, il contracta la syphilis. Il n'avoue pas des habitudes alcooliques.

La maladie qui l'amène à l'hôpital a débuté pendant le siège de Metz en 1870-71 ; il eut à endurer des froids rigoureux et souffrit beaucoup du manque d'alimentation. C'est alors qu'il ressentit pour la première fois des douleurs fulgurantes dans les jambes, douleurs qui n'ont guère cessé jusqu'ici que par intervalle.

L'état actuel est le suivant :

a) Membres inférieurs : le malade éprouve toujours des douleurs fulgurantes parcourant les extrémités inférieures. La force musculaire est conservée; il n'y a aucune paralysie ni atrophie; pas de contracture. L'ataxie est manifeste, soit que l'on fasse soulever le membre au-dessus du plan du lit dans une direction indiquée, soit que l'on étudie la marche du sujet. Les yeux fermés et debout, il hésite, n'ose pas avancer, mais ne tombe pas; le signe de Romberg n'est donc

qu'ébauché. Pas de trépidation réflexe; conservation des réflexes cutanés et abolition du réflexe tendineux. Des plaques d'anesthésie sont disséminées sur la cuisse droite et la jambe gauche.

b) Extrémité céphalique : l'examen des yeux montre une dilatation inégale des pupilles; le signe d'Argyl-Robertson est des plus nets; il n'y a pas de paralysie de la musculature externe de l'œil pas plus que de l'amblyopie. L'audition, le goût, l'odorat n'offrent rien d'anormal.

Depuis 1886, le sujet se plaint de violentes douleurs dans le côté gauche du visage, intéressant le domaine du trijumeau; ces douleurs surviennent brusquement sous forme d'accès et offrent absolument le caractère fulgurant comme dans les membres inférieurs; elles sont calmées par l'antipyrine. Il n'y a pas d'anesthésie faciale.

Le pharynx est insensible aux attouchements. La luette est pendante avec anesthésie et ne réagit pas aux excitations. Malgré cette altération, la parole et la déglutition n'offrent rien de pathologique; le malade ne se plaignant pas de troubles pharyngés, c'est le hasard qui nous a fait découvrir la paralysie du muscle azygos. La langue n'est pas atrophiée et sa mobilité est normale.

En dehors de ces symptômes, nous n'avons rien à relever du côté des fonctions viscérales qui s'accomplissent normalement. L'analyse des urines n'a révélé ni sucre ni albumine.

Les premières observations de paralysie du voile du palais dans l'ataxie locomotrice remontent à Duchenne (1) et à Cruveilhier (2).

Pierret (3) dans son Essai sur les symptômes céphaliques du tabes, en cite un cas : « La luette, dit-il, se dévie à droite, quand on fait dire « ah! » au malade ». (Obs. VII.)

Ballet (4), dans un Mémoire sur l'hémiatrophie de la langue au cours du tabes, note ce qui suit, au cours de son Obs. I : « La moitié gauche du voile du palais est paralysée; l'extrémité de la luette est déjetée à droite; la courbe formée par les piliers gauches est plus large que celle formée par les piliers droits. » Cette même observation est reproduite dans la thèse d'Arnaud (5) sur l'hémiatrophie linguale.

Pel (6), dans un cas où le tabes ne se manifeste que par deux symptômes : abolition du réflexe rotulien, hémiatrophie de la langue, mentionne une parésie de la moitié gauche du voile du palais, la luette étant un peu tirée à droite.

Westphal (7) décrit d'une manière très nette ce symptôme, chez un tabétique syphilitique : « Le voile du palais ne s'élève pendant la phonation que d'une manière à peine esquissée. La moitié gauche fait un léger mouvement en arrière que ne fait pas la partie droite; la déglutition ne paraît pas troublée. »

(1) DUCHENNE, *De l'Électrisation localisée*, 1861.
(2) CRUVEILHIER, *Anat. pathol.*, 32e liv., p. 19.
(3) PIERRET, *Thèse de Paris*, 1876, n° 100.
(4) BALLET, *Arch. de neurologie*, 1884, t. VII, p. 191.
(5) ARNAUD, *Thèse de Paris*, 1885.
(6) PEL, *Berlin. klin. Wochensch.*, 18 juillet 1887.
(7) WESTPHAL, *Arch. f. psych.* t. XVIII, fasc. III, p. 846.

Koch et Marie (1) citent également dans la *Revue de Médecine*, chez un ataxique, ce même trouble paralytique.

La paralysie du voile du palais ne paraît pas être un phénomène précoce du tabes dorsal. Elle apparaît dans la période d'état. Il est rare que son apparition se décèle par des phénomènes bruyants; le malade n'accuse généralement pas de troubles de la déglutition ou de la parole; c'est donc un symptôme qui demande à être recherché.

En pareil cas, deux modalités se présentent :

a) La luette est pendante, insensible aux excitations, demeurant immobile durant l'émission des sons; l'orifice de l'isthme du gosier n'est pas déformé. Paralysie complète du muscle azygos. (Obs. personnelle.)

b) La luette est déjetée à droite ou à gauche, indiquant une paralysie unilatérale : la courbe formée par le pilier dont s'éloigne la luette est plus large que celle formée par le pilier opposé. (Obs. de Ballet, Koch et Marie, etc.)

L'anesthésie pharyngée n'est pas constante.

La paralysie unilatérale des muscles staphylins peut être accompagnée d'hémiatrophie de la langue et de paralysie de la corde vocale du côté correspondant. (Obs. de Pel, Westphal, Koch et Marie.) Certainement, chez les ataxiques, la langue et la corde vocale peuvent n'offrir aucune modification comme dans notre cas. Mais dans toutes les observations d'hémiatrophie de la langue où il est parlé de l'état du voile du palais et de la corde vocale correspondante, on note la paralysie de ces organes.

Cette corrélation a été signalée pour la première fois par Hughlings Jackson (2) et étudiée par Koch et Marie en 1888.

La paralysie du voile du palais ne saurait être évidemment considérée comme un signe pathognomonique du tabes.

a) Seule, on peut la constater dans la diphtérie, dans les paralysies bulbaires primitives (paralysie glosso-labio-laryngée) et secondaires (sclérose latérale amyotrophique), dans les lésions en foyer (hémorragie et ramollissement).

b) Accompagnée d'hémiatrophie linguale et de paralysie de la corde vocale correspondante, on peut l'observer dans la paralysie générale progressive ainsi que dans la syphilis bulbo-mésencéphalique. (Obs. de Möbius (3), Remak (4), Jackson (5), Hirt (6).

(1) KOCH et MARIE, *Revue de Médecine*, 1888, n° 1, p. 26.
(2) JACKSON, *London Hosp. Report.*, vol. I, 1864; vol. IV, 1868.
(3) MOEBIUS, *Centralbl. f. Nervenheilkunde*, 1887, n° 15.
(4) REMAK, *Soc. de Psychiatrie de Berlin*, 10 mai 1886.
(5) JACKSON, *Harveian Society*, Meeting of the 1st april 1886.
(6) HIRT, *Berlin. klin. Wochensch.*, 1885, n° 26.

M. A. MOSSÉ

Professeur de Clinique à la Faculté de Médecine de Toulouse.

NOTE SUR LA VALEUR SÉMÉIOLOGIQUE DES PROPATHIES CARDIAQUES ET URINAIRES DANS LA PNEUMONIE

— Séance du 18 septembre 1891 —

La gravité de la pneumonie augmente avec l'âge, et, quel que soit l'âge, avec la débilité de l'organisme, l'usure par les maladies antérieures. Telle est la proposition générale qui peut servir à résumer le rôle des conditions individuelles dans le pronostic de la pneumonie.

Mais, quelle est la valeur relative, au point de vue séméiologique, des diverses lésions organiques existant déjà chez les pneumoniques, au moment de l'invasion de la maladie? C'est là une question de première importance au lit du malade, en particulier quand il s'agit de la pneumonie des vieillards. Or, pour la résoudre, les matériaux ne sont pas aussi nombreux qu'on pourrait le supposer *a priori*. M. le professeur Lépine, dans son remarquable article Pneumonie *(Dict. de Méd. et Ch. pratiques*, t. XXVIII, p. 496), exprime le regret de ne pas avoir des documents certains pour établir l'influence de l'*état de santé antérieur* sur le pronostic de cette affection. Il attribue néanmoins une mortalité plus grande à la pneumonie survenant chez les brightiques (50 0/0) qu'à celle des sujets atteints d'affection valvulaire du cœur (30 0/0). Cette proportion était d'autant plus digne d'être remarquée que M. Lépine, au chapitre Étiologie, avait déjà écrit : « Parmi les affections chroniques, ce sont, je crois, les affections rénales qui déterminent le plus souvent la pneumonie fibrineuse. »

Cependant, le travail de ce savant clinicien ne paraît pas avoir modifié l'opinion jusque-là généralement admise et confirmée par les études de Jurgensein, que les maladies du cœur et de l'appareil cardio-pulmonaire constituent, dans la pneumonie, une complication de la plus haute importance, dominant à cet égard tous les autres états somatiques. C'est là encore aujourd'hui une manière de voir à peu près unanimement acceptée, comme on peut s'en convaincre par la lecture de divers travaux récemment publiés, en particulier l'excellent article Pneumonie, de M. Henri Barth, dans le *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*.

M. Mossé estime cette appréciation trop exclusive. Son observation per-

sonnelle, quoique restreinte, le porterait plutôt à appuyer l'opinion émise par M. le professeur Lépine.

Chargé pendant quatre ans de la clinique des vieillards à l'Hôpital général de Montpellier, M. Mossé a eu l'occasion de voir un assez grand nombre de pneumonies et, par suite, de se préoccuper de la valeur séméiologique des diverses propathies de ses malades. Chez les vieillards, plus spécialement chez ceux qui peuplent les hospices, l'athérome, l'artério-sclérose, l'emphysème, la dilatation du ventricule droit, et même la dégénérescence du cœur, ne sont pas des propathies rares. Quelques-unes de ces lésions ne sont pas seulement fréquentes, on peut les dire banales : telle, le catarrhe avec emphysème et dilatation cardiaque plus ou moins prononcée. L'arythmie du cœur est la règle, et rien n'est moins rare que de constater à l'auscultation des dédoublements ou un souffle d'orifice jusqu'alors passés inaperçus.

Dans ces conditions, la pneumonie devrait toujours être fatale et il n'en est pas ainsi. Les terminaisons heureuses, rares sans doute, s'observent encore dans la pneumonie franche (1) des vieillards qui guérit parfois d'une manière aussi régulière et aussi rapide que la pneumonie de l'adulte.

Par contre, dans tous les cas où M. Mossé l'a vue survenir chez les sujets atteints d'une affection chronique des voies urinaires, même bien tolérée, la pneumonie a pris rapidement une tournure grave et s'est toujours terminée par la mort. Il n'est pas besoin de rappeler que chez les anciens urinaires, le rein est généralement altéré.

Dans le premier cas, il s'agissait d'un malade de quarante-six ans, entré à l'Hôpital général après avoir été opéré antérieurement pour une cystite douloureuse, et chez lequel une pneumonie se montra brusquement, au cours d'une santé suffisante en apparence, qui permettait au malade d'aller et venir dans l'hôpital, sans qu'on fît attention à lui. La maladie prit immédiatement l'aspect typhoïde. Les urines n'avaient pu être recueillies. Une petite quantité, obtenue par le cathétérisme, contenait du pus.

A l'autopsie, en outre de la pneumonie avec infiltration grise qui avait déterminé la mort, on trouva une pyélonéphrite calculeuse avec dilatation des canaux urinaires, raréfaction et atrophie de la susbtance rénale (lésions très nettement visibles sur des préparations faites par M. Guibert, interne du service).

Le deuxième cas était celui d'un homme de cinquante-huit ans atteint de cystite chronique, consécutive à une blennorragie contractée à un âge déjà avancé, et qui fut rapidement emporté par une pneumonie intercurrente. Le malade, encore peu âgé, avait été admis à l'hospice pour sa cystite chronique qui le rendait un peu hypocondriaque, mais ne paraissait pas altérer profondément sa santé générale et ne le condamnait pas au lit.

(1) La guérison est plus rare dans la broncho-pneumonie, plus fréquente peut-être chez les vieillards que la pneumonie vraie.

Ces deux premiers faits, qui s'étaient produits à deux mois environ l'un de l'autre, avaient fixé l'attention de M. Mossé sur l'importance pronostique d'une lésion des voies urinaires, même bien supportée, dans la pneumonie survenant chez des individus moins âgés que les pensionnaires ordinaires de la clinique des vieillards. Pendant un temps assez long, aucun cas analogue ne se présenta dans les salles ; mais un troisième fait, recueilli au moment où M. Mossé allait quitter le service, est venu confirmer l'enseignement résultant des deux premières observations.

Un homme de soixante-quatorze ans, ayant toujours joui d'une bonne santé, encore de haute stature, extérieurement assez bien conservé, entre à l'hôpital pour une fistule urinaire existant depuis quinze ans, et consécutive à un rétrécissement d'origine blennorragique. Depuis quelque temps, la miction se fait uniquement par la fistule. Trois mois après son entrée, cet homme qui paraissait fatigué depuis quelques jours, est pris brusquement d'un frisson intense avec point de côté et température élevée. L'état typhoïde se montre presque aussitôt puis s'accentue rapidement, justifiant le pronostic grave porté dès le début, en raison de l'état des voies urinaires. La température reste élevée, un hoquet pénible et tenace secoue le malheureux patient et la mort survient entre le quatrième et le cinquième jour après ce frisson initial.

A l'autopsie on constate une hépatisation grise et infiltration purulente de tout le lobe supérieur du poumon gauche qui est transformé en un espèce de bloc. Epanchement pleural du même côté. Les deux reins étaient parsemés de petits kystes urinaires et offraient l'aspect de la néphrite interstitielle.

Chez les pneumoniques, l'importance grave d'une altération chronique des voies urinaires, bien tolérée ou du moins n'ayant pas entraîné d'état cachectique, mérite donc d'être mise plus en relief qu'on ne l'a fait jusqu'ici où la première place est réservée aux lésions cardio-vasculaires.

Sans oublier qu'on a pu dire : dans la pneumonie, « la maladie est au poumon et le danger au cœur », M. Mossé croit que les maladies chroniques des voies urinaires doivent être, au point de vue du pronostic, rangées au moins sur le même plan que les maladies du cœur ou de l'appareil cardio-vasculaire. S'il est vrai qu'au point de vue mécanique, dans la pneumonie, le cœur porte en général le poids de la maladie, et qu'un grave danger résulte de son insuffisance fonctionnelle, on ne doit pas perdre de vue que l'évolution rapide de cette maladie générale, ainsi que sa forme clinique, tiennent à un ensemble de causes plus complexes.

Le poumon, par suite de la dépuration urinaire insuffisante, constitue-t-il chez les malades atteints de lésions chroniques des voies génito-urinaires un milieu d'ensemencement et un terrain de développement favorable pour le micro-organisme infectieux ? Le trouble de la nutrition générale résultant de la suppression brusque d'une grande partie du champ respiratoire chez un individu dont la crase sanguine est déjà viciée par l'augmentation des toxines liées à la présence de l'agent

infectieux dans l'économie et à l'insuffisance fonctionnelle de l'émonctoire rénal, doit-il être considéré comme la raison de l'état typhoïde constaté chez les malades? Ce sont là des hypothèses plausibles par lesquelles on peut chercher à expliquer, et l'évolution rapidement fatale de la maladie, et la forme typhoïde fréquente dans les auto-intoxications complexes; mais ce ne seraient encore que des hypothèses. Et M. Mossé, sans insister sur ce côté pathogénique intéressant, se borne à signaler, au point de vue pratique, les faits qu'il a observés.

M. Édouard BOINET

Agrégé des Facultés de Médecine, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

ROLE DES MICRO-ORGANISMES DANS LA THROMBOSE MARASTIQUE ET LA PHLEGMATIA ALBA DOLENS

— *Séance du 18 septembre 1891* —

La première série de recherches bactériologiques a été faite dans deux cas de thrombose marastique tuberculeuse et cancéreuse :

Observation I.

Il s'agit d'une jeune tuberculeuse, à la troisième période, qui, quelques jours avant sa mort, présente une thrombose de la veine cubitale du côté droit.

a. Le sang, recueilli pendant la vie, avec toutes les précautions voulues, au niveau de la pulpe de l'index, donne au bout de quarante-huit heures, *dans des tubes d'agar-agar*, des colonies blanches, à surface moirée, à contour régulier, avec bord assez net, anfractueux. Sur une partie du trajet de la piqûre d'ensemencement, on constate le développement d'une colonie semblable.

La culture, *sur gélatine en tube*, se présente sous la forme d'une pellicule blanche adhérente aux parois du tube, se désagrégeant facilement.

Sur la *pomme de terre*, la strie d'ensemencement donne naissance à une raie blanche, à contour irrégulier et à bord dentelé. La surface est glacée, miroitante. L'aspect de cette culture ressemble à celle du *staphylococcus albus*. On n'y trouve pas trace du bacille de la tuberculose.

L'examen de ces cultures, fait avec l'objectif 12 à immersion de Zeiss, ne montre que des cocci parfois isolés, le plus souvent en grappe, se colorant très bien sous l'action de la fuchsine aqueuse et du bleu de méthylène. C'est donc un micro-organisme résultant d'une infection secondaire, étranger au microbe pathogène de la tuberculose.

b. La malade succombe sur ces entrefaites : la veine atteinte de *phlegmatia alba dolens* est enlevée, et, avec toutes les précautions habituelles, nous avons ensemencé, dans la gélatine en plaques, le sang qui se trouvait à la surface interne de la veine altérée et à la superficie du caillot.

Ces cultures, pures comme les précédentes, sans mélange d'autres micro-organismes, ont produit les mêmes colonies blanches, constituées par les mêmes microcoques.

L'examen histologique de cette paroi veineuse a permis de constater une endophlébite très accentuée. La recherche des bacilles de la tuberculose au niveau du siège de la *phlegmatia alba dolens* est restée infructueuse.

On est donc obligé d'admettre l'action de ce microcoque surajouté dans ce cas de *phlegmatia alba dolens*.

c. Si l'on étudie sur des coupes fines de cette paroi veineuse le mécanisme de cette trombose, on est frappé de l'altération des vasa-vasorum. Avec l'objectif à immersion n° 12 de Zeiss, on voit au milieu de la tunique externe de la veine, des thromboses ramifiées siégeant dans les vasa-vasorum. En un point, on distingue nettement un tronc se divisant en trois branches. Ces lésions des vasa-vasorum ont pu, dans ce cas particulier, déterminer une altération nutritive de l'endothélium de la veine, et faciliter ainsi le développement de la thrombose à ce niveau.

De plus, l'examen d'un caillot situé dans une veine secondaire s'ouvrant dans le gros tronc veineux paraît indiquer que la coagulation de la petite veine est antérieure à la thrombose de la veine principale. La coagulation a paru marcher de cette branche accessoire vers le tronc principal où elle a été favorisée par l'altération de l'endothélium. Les microcoques existant dans le sang, chez le vivant, ont trouvé à ce niveau des conditions de développement tellement favorables, qu'ils pullulaient au niveau de la surface externe du caillot et de la paroi interne de la veine trombosée.

d. Les microcoques ont-ils la propriété de déterminer une coagulation directe, immédiate du sang, sans altération préalable de la paroi interne de la veine ?

Dans le but d'élucider ce point, nous avons injecté, à plusieurs reprises, dans les veines de l'oreille du lapin, des cultures pures de ce microcoque obtenues, soit avec les ensemencements du sang recueilli pendant la vie, soit avec les ensemencements faits avec la surface interne de la veine thrombosée ou la partie interne du caillot : dans aucun cas, nous n'avons pu réussir à déterminer de la trombose. L'altération initiale de l'endothélium est nécessaire.

Dans un cas cependant, l'injection de cette dernière série de cultures a produit, chez le lapin, des abcès miliaires du foie. Ces abcès contenaient les mêmes microcoques, mais il ne nous a pas été encore possible de trouver le bacille de la tuberculose.

Nous concluons de ce fait que des microcoques, pénétrant secondairement dans le torrent circulatoire et ayant vraisemblablement pour point d'entrée chez notre malade, une ulcération des parois des cavernes, peuvent avoir une large part dans la production de la thrombose marastique.

Observation II

La seconde malade, dont le sang recueilli au niveau de la pulpe de l'index a servi à faire des cultures pures, a été atteinte, dans le cours d'un cancer de l'ovaire gauche, de *phlegmatia alba dolens* des deux membres inférieurs et du membre supérieur gauche. La thrombose, qui siégeait dans la veine axillaire et dans l'humérale, s'est résorbée; le bras gauche est revenu à l'état normal. Quelques jours après, on sentait dans la veine jugulaire externe droite, un long caillot de quatre à cinq centimètres de longueur. L'existence de cette thrombose marastique de la jugulaire externe et de la *phlegmatia alba dolens* des membres inférieurs permettait de mieux étudier les analogies qui existent dans la pathogénie de ces coagulations veineuses (1).

Le sang, pris à l'extrémité du doigt, produit sur l'agar-agar des colonies blanches, moirées, mamelonnées, à contour sinueux.

La gélatine liquéfiée a un aspect louche comparable à celui du petit-lait. On constate un petit anneau de matière blanche amorphe sur les parois et dans le fond du tube.

On voit, le long des stries d'ensemencement pratiquées sur la pomme de terre, deux raies épaisses, surélevées, à bord dentelé, d'aspect crémeux.

L'examen microscopique, fait au moyen de l'objectif 12 à immersion de Zeiss, ne montre que des cocci tantôt isolés, tantôt en grappes, sans mélange d'autres micro-organismes.

Ce *staphylococcus albus* nous semble avoir contribué, comme dans le cas précédent, au développement de cette *phlegmatia alba dolens* des deux membres inférieurs et à la production de cette thrombose marastique de la jugulaire.

Observation III

Cette malade présentait, quatre semaines après un accouchement laborieux, une *phlegmatia alba dolens* classique du membre inférieur gauche.

Les cultures nous ont donné un micro-organisme différent : elles ne contenaient que du *staphylococcus aureus*, qui avait dû pénétrer dans le torrent circulatoire par les veines de l'utérus. Le moment de cette infection secondaire du sang avait été, sans doute, signalé par les grands frissons que la malade a ressentis quelques jours avant le début de sa *phlegmatia alba dolens*.

Le sang pris à l'extrémité de l'index, pendant la vie, produit *sur l'agar-agar* des cultures blanches, crémeuses, légèrement jaunâtres, à bord peu sinueux. La colonie se développe mal dans la partie profonde de la piqûre.

Sur la pomme de terre, on voit une colonie jaune dorée, caractéristique du *staphylococcus aureus*. L'examen microscopique ne révèle que le même micro-organisme. L'injection intra-veineuse des cultures ne provoque, chez le lapin, aucune thrombose.

Observation IV

Dans le cours d'un rhumatisme articulaire subaigu, X..., âgé de quarante ans, a eu *phlegmatia alba dolens* du membre inférieur gauche, d'assez courte durée.

(1) Les détails cliniques complémentaires sont exposés dans une observation intitulée : « Cancer de l'ovaire de l'utérus, thromboses multiples », communiquée à cette même session au Congrès pour l'Avancement des sciences.

Le sang de l'extrémité de l'index recueilli au moment où l'œdème du membre inférieur gauche commençait à diminuer, ne donne, au bout de huit jours d'ensemencement dans l'agar-agar, qu'une trace de culture opaline à peine apparente, siégeant le long des stries. Cette culture ne contenait que des microcoques rares isolés, bien colorés par la solution aqueuse de la méthylène. Nous ferons remarquer que, dans ce cas, les cocci n'étaient pas disposés en grappe comme dans les trois cas précédents et ressemblaient aux microcoques que nous avons constatés, en 1889, dans le sang de plusieurs malades atteints de rhumatisme articulaire subaigu.

Observation V

Ce malade, qui, comme le précédent, n'a jamais eu de varices, a présenté, en 1888, une phlébite du membre inférieur gauche; en juillet 1891, il entre à l'hôpital pour de l'œdème douloureux du même membre; on constate un gros cordon dur au niveau de la partie supérieure de la veine fémorale.

Les cultures du sang dans l'agar ne donnent que quelques rares microcoques.

Conclusions. — 1° Des cultures pures de microcoques différents ont été obtenues avec le sang de la pulpe de l'index de cinq malades, atteints de thrombose marastique ou de *phlegmatia alba dolens* survenues dans le cours de la tuberculose, du cancer, de l'infection puerpérale et du rhumatisme subaigu.

2° Tantôt ces microcoques proviennent d'infections secondaires (obs. I et II), tantôt, comme dans le cas d'infection puerpérale, ils sont identiques au microbe pathogène (obs. III). Chez le rhumatisant de l'observation IV, les cocci ressemblaient à ceux que nous avions trouvés en 1889, dans le sang des rhumatisants.

3° L'abondance des cocci au niveau de la thrombose prouve leur action directe et primitive sur l'endothélium de la veine malade. Les altérations des vasa-vasorum de la veine thrombosée (obs. I) peuvent être tellement marquées qu'elles favorisent aussi les lésions secondaires de l'endothélium et le développement de la thrombose à ce niveau.

4° Malgré l'absence d'inoculations positives, la présence de ces microcoques dans le sang, leur agglomération à la surface de la thrombose et de la paroi veineuse correspondante, établissent le rôle de ces micro-organismes dans l'altération pariétale primitive et dans la coagulation intra-veineuse consécutive.

M. Gustave NEPVEU

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

ÉTUDE SUR LES PARASITES DU SANG CHEZ LES PALUDIQUES

— Séance du 18 septembre 1891 —

Dans sa communication, M. Nepveu passe en revue ce qu'il a trouvé d'intéressant ou de nouveau en dehors des faits connus.

Il cite : 1° un bactérien en biscuit, très voisin comme forme et dimensions du *bacterium coli*, parfois armé de flagelles extrêmement fins ; 2° un streptocoque qu'il désigne sous le nom de paludique, formé d'une très fine chaînette composée de douze à quinze articles, terminée à chaque extrémité par une fine vésicule ; 3° un bactérien dit en flotteur, composé par une vésicule brillante présentant un bâtonnet aux deux pôles opposés ; 4° des spirilles, tantôt isolés ou réunis en masses zoogléiques ; 5° un bactérien caréniforme dont le dos est rectiligne, le ventre renflé en carène et chaque extrémité munie d'un fouet assez long. Il se meut avec une vitesse colossale et s'accole aux globules rouges qui bombent sous l'effort et auxquels il forme, du côté opposé, un épais ourlet. Coloré par la safranine, chacun d'eux paraît formé de deux petits bâtonnets séparés par un léger espace clair.

L'auteur a pu colorer de nombreuses sporules dans les villosités intestinales avec la fuchsine phénolée, il décrit de nouveaux amiboïdes en forme d'astéroïdes à quatre branches, des corpuscules sphériques à queue déroulée, des corpuscules claviformes en gourde sphérique ou allongée, dont quelques-uns peuvent être ciliés latéralement ; il a trouvé des corps falciformes dans le tissu du rein, du foie et de la rate. Il confirme les recherches d'Antolisei sur une seconde variété d'Hœmamœba de petit volume avec de très fines flagelles ; il a pu colorer, avec le sero-méthylène, un corpuscule sphérique avec une longue tige à l'un de ses pôles, de trois à quatre fois son diamètre et portant à son extrémité libre deux spores sphériques situées l'une derrière l'autre, puis deux corps allongés en forme de grains de riz suivent immédiatement en divergeant et en donnant l'aspect bifide ; il considère cette tige comme un sporoducte. (Voir *Soc. de Biologie*, 1891.) Enfin il signale la présence du Trypanosome que Danilewski n'a reconnu que chez les oiseaux.

Il étudie plus spécialement les cellules blanches. Il a eu occasion, il y a

déjà trois ans, de voir et de dessiner dans leur intérieur le polimitus de Laveran avec des flagelles au nombre de huit placées également de chaque côté sur un corps piriforme à la base duquel il a vu parfois de longs appendices vermoïdes. Les leucocytes seraient donc envahis comme les globules rouges par les parasites, ces leucocytes sont souvent augmentés de nombre, dix, vingt par champ, et quand on les colore, on y trouve des figures qui ne peuvent s'expliquer que par l'évolution des parasites ; il signale enfin une variété de grandes cellules blanches très pâles, remplies de noyaux ou de spores plus fins dont le rôle et la nature ne sont pas encore clairement définis.

M. ROUX DE BRIGNOLES

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

DE L'ACTION ANTISEPTIQUE INTERNE DE QUELQUES DÉRIVÉS DE LA SÉRIE AROMATIQUE DANS CERTAINES AFFECTIONS INFECTIEUSES

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'école moderne, dont Bouley a été un des précurseurs, cherche à rendre le milieu organique impropre à la culture des germes pathogènes.

La médication antiseptique directe met en action des agents qui détruisent ces germes et les rendent inactifs dès qu'ils sont entrés dans une certaine sphère assez limitée ; leur puissance annihilatrice varie suivant les germes.

Cette action microbicide vulgaire et bien constatée dans l'application externe des antiseptiques rencontre des difficultés extrêmes dans l'attaque des germes pathogènes qui pullulent dans l'organisme entier pendant le cours des maladies infectieuses. Cela tient à ce qu'ils se meuvent dans un milieu de culture complexe, réagissant, nullement comparable à un milieu artificiel, comme le fait observer notre savant confrère M. le professeur Hayem.

Nous ne pouvons admettre jusqu'à présent l'existence d'antizymotiques généraux, malgré l'enthousiasme de quelques médecins italiens qui, à la suite de Polli (de Milan), avaient cru trouver dans les sulfites alcalins les agents de la désinfection générale. On s'est demandé si les antithermiques en usage dans les fièvres infectieuses n'agissaient pas en s'opposant à la pullulation des germes ? Bouchard et Pécholier comprenaient ainsi l'action

des antipyrétiques. Mais nous ferons remarquer, avec Hayem, que cette action antithermique est très souvent indépendante de l'action microbicide, qu'elle n'abrège pas le cours de la maladie, et qu'elle n'est souvent que fugitive.

Malgré les conditions complexes qui gênent l'action des antizymotiques internes, nous devons cependant chercher avec opiniâtreté des agents qui, sans nuire au malade, possèdent une influence antimicrobique sinon sur tous les germes pathogènes (la contingence est ici une loi inéluctable), mais tout au moins sur un certain nombre. Théoriquement, la chose n'est pas impossible. J'ai essayé, dans le cours de plusieurs maladies infectieuses, quelques dérivés de la série aromatique, et je viens vous communiquer le résultat de mes observations personnelles et celui de quelques-uns de mes collègues des hôpitaux de Marseille. Au milieu de l'invasion vertigineuse de nouveaux et trop nombreux médicaments, j'ai dû opérer une sélection et j'espère être arrivé à ne pas confondre promesses et souhaits avec les résultats obtenus.

Lorsque je pris pour la dernière fois le service des varioleux à l'hôpital de la Conception, nous étions en pleine épidémie et la mortalité était considérable. Je résolus de modifier le traitement suivi jusqu'alors par mes honorables prédécesseurs et par moi-même, celui que Sydenham et Trousseau nous avaient enseigné. Heureux dans les cas ordinaires, il était devenu insuffisant en présence du génie épidémique qui aggravait la situation. — Il y a de cela près de dix ans. — J'instituai, pendant la période éruptive, l'emploi des bains tièdes d'abord, puis froids, en prenant pour guide l'état thermique des malades (15 à 20°), admettant avec Pasteur que la température du sang exerce une influence très grande sur la vie des organismes inférieurs.

Dès l'apparition des pustules, on pratiquait sur toute la surface du corps, et le plus souvent possible, des affusions froides phéniquées à 2 0/0. En même temps, j'administrais aux varioleux une potion contenant de 0^{gr},50 à 1 gramme d'acide phénique cristallisé, dose *maxima*. J'ai rarement observé les vertiges et la stupéfaction signalés ; quelquefois des bourdonnements d'oreille et une sueur assez abondante. Sous l'influence de cette médication, la température s'abaissait et le pouls était ralenti.

Des résultats satisfaisants furent la conséquence du traitement nouvellement institué ; la mortalité diminua et je fus heureux, quelque temps après, de lire, dans un journal, cette méthode préconisée par un jeune agrégé de la Faculté de Paris, qui, bien entendu, se gardait de mentionner le nom d'un confrère de province, qui lui était probablement inconnu.

Je n'ai jamais dépassé la dose de 1 gramme d'acide phénique par vingt-quatre heures, veillant avec soin sur l'apparition de la couleur vert olive

des urines, prodrome de phénomènes toxiques. L'estomac des malades ne permettait pas toujours d'en continuer l'emploi ; il survenait souvent des nausées, des vomissements. Cependant, même à faibles doses, l'acide phénique *intus et extra* a pu prévenir ou suspendre le développement des proto-organismes en rendant la variole discrète ou en atténuant la fièvre de suppuration.

Aujourd'hui, après dix ans, mon enthousiasme s'est singulièrement modéré ; sans partager entièrement les critiques trop vives des détracteurs de cet agent, dont la valeur pratique est incontestable, j'ai pensé qu'il était plus prudent de l'abandonner aux chirurgiens pour ses applications externes, en leur signalant toutefois les accidents toxiques si bien étudiés par Küster et Nussbaum.

J'ai conservé l'emploi de la solution phéniquée 2 0/0, pour lotionner la peau des varioleux, et toutes les quatre heures je fais pratiquer des affusions tièdes ou froides, suivant l'état thermique, surtout pendant la période de suppuration.

Je désinfecte l'appartement en faisant étendre sur des cordes tendues des linges imbibés d'une solution de permanganate de potasse 10/1000.

Le bain tempéré ou froid est également donné aux diverses époques de la maladie.

A l'intérieur, j'ai depuis trois ans remplacé l'emploi de l'acide phénique par celui du salol à la dose moyenne de 4 grammes en vingt-quatre heures, donnés en cachets de $0^{gr},25$ environ toutes les deux heures, ou en suspension dans une potion.

Je ne sais si je suis tombé sur de bonnes séries, mais, cette année surtout, malgré la forme épidémique, les résultats de ma pratique ont été des plus satisfaisants.

D'après les recherches de Pepoli, l'action antiseptique du salol contre la suppuration consiste dans le pouvoir qu'ont les pyogènes de décomposer le salol et de rester inactifs lorsque la décomposition a eu lieu. On peut admettre que, dans l'intérieur des pustules, sur le plateau interne, le salol décomposé désinfecte leur contenu ; puis, lorsqu'il y a rupture et lacération de la pustule, les lotions phéniquées continuent directement la désinfection commencée.

N'ayant plus aujourd'hui de service, après vingt-six ans de pratique nosocomiale, j'ai prié plusieurs de mes jeunes collègues des hôpitaux de contrôler mes observations. Je dois, pour rendre hommage à la vérité, vous dire que les essais de mon excellent ami, le Dr Coste, n'ont pas donné un résultat aussi heureux. Il a employé le salol chez quelques varioleux confluents qui n'avaient jamais été vaccinés, et la mortalité n'a pas été diminuée. Mais, d'après son aveu, ses observations ne sont pas encore assez nombreuses et le traitement, je crois bien, n'a pas été

absolument semblable dans ses détails à celui que j'ai institué. Du reste, comme toujours, avant de se prononcer contre l'emploi d'un produit et en faire la critique, il faut bien s'assurer de sa pureté. Ne voyons-nous pas, tous les jours, l'usage du salicylate de soude, du chloroforme, ne pouvoir être toléré suivant qu'il provient de telle ou telle officine?

Dans le cours des *affections typhoïques et d'autres maladies infectieuses*, on a eu recours à certains dérivés de la série aromatique, surtout en vue d'obtenir l'antisepsie intestinale.

Nous laisserons de côté la naphtaline, bien que le Dr Minerbi affirme en avoir obtenu de bons résultats; il s'est servi, du reste, tantôt de suppositoires :

Naphtaline	10 grammes.
Beurre de cacao . . .	10 —

tantôt, pour atteindre des ulcérations recto-coliques de lavements, avec :

Huile d'olive . . .	20 grammes.
Naphtaline	5 —

trois à quatre en vingt-quatre heures.

Le *naphtol*, appartenant à la classe des phénols naphtyliques, fut préconisé par le professeur Bouchard dans une communication à l'Académie des Sciences, le 24 octobre 1887, comme devant être préféré aux autres antiseptiques insolubles pour réaliser l'antisepsie intestinale. Préférable à l'acide phénique à cause des dangers d'absorption, à l'iodoforme qui détermine un amaigrissement sensible, au salicylate de bismuth, faiblement antiseptique, à la naphtaline qui produit des éruptions prurigineuses et de la dysurie, le naphtol β est considéré par le savant professeur comme ayant le pouvoir antiseptique le plus fort et un pouvoir toxique faible. 2gr,50 de naphtol suffisent pour réaliser *l'antisepsie intestinale* et la dose toxique pour un homme de 65 kilos serait voisine de 250 grammes. M. Bouchard recommande les doses très fractionnées à courts intervalles.

M. Teissier (de Lyon) préfère le naphtol α (0gr,40 de naphtol α — salicylate de bismuth, 0gr,25 par cachet) au naphtol β. Le premier, étant aussi antiseptique, est une fois moins toxique que le second, la dose de naphtol α pour intoxiquer un homme de 65 kilos étant de 585 grammes, au lieu de 250 grammes qui suffit au naphtol β.

Il est certain que le naphtol, si heureusement employé par les chirurgiens, peut trouver son utilité dans les ulcérations de l'estomac, de l'intestin, dans les infections typhiques. Dans la thérapeutique du cancer de l'estomac, Dujardin-Beaumetz associe le salicylate de bismuth au naphtol, sous forme de cachets médicamenteux.

Depuis longtemps nous avions, nous, associé le salol au bismuth, et

nous retrouvons chez Dujardin-Beaumetz une formule équivalente à la nôtre :

Salicylate de bismuth.	10 grammes
Salol	en dix cachets.
Bicarbonate de soude.	

Le salol seul est en réalité bien supporté et n'éveille pas les répugnances que les typhiques ont pour le naphtol, les selles et les urines sont désinfectées. Après sa décomposition, l'acide salicylique agit en outre comme antipyrétique. Administré seul, ce dernier produit a soulevé de nombreuses critiques ; il est souvent mal toléré et, d'après Koohler (de Halle), il aurait une action trop dépressive sur le cœur ; G. Sée lui reproche de provoquer la dyspnée et le délire.

L'acide phénique est, d'une autre part, mal toléré et facilement toxique. Le salol, en se décomposant lentement dans l'organisme en acide phénique et en acide salicylique, n'est justiciable d'aucun de ces reproches ; même à la dose de 6 grammes par jour qu'a donnée M. Talamon, il est supporté par les estomacs les plus détraqués des urinaires, par les dyspeptiques flatulents, etc.

Il est bien vrai que le salol ne se dédouble dans l'économie que sous l'influence du suc pancréatique, dans le duodénum (d'après Nencki). Mais, suivant Patrin, l'absorption après dédoublement peut s'effectuer dans un milieu alcalin. Or, en associant le salol au bicarbonate de soude, j'ai pu combattre les éructations gazeuses, le pyrosis, les formations de produits septiques et les diarrhées fétides. Le naphtol provoque des éructations très désagréables ; il congestionne souvent la vessie et donne lieu à des cystalgies.

L'action remarquable du salol dans le cours des affections dysentériques, typhiques, cholériformes, se manifeste encore quand on veut obtenir l'*antisepsie des voies urinaires*.

La chirurgie connaît aujourd'hui les moyens d'annihiler l'influence pathogène des micro-organismes contenus dans l'urine. Nous laisserons de côté les irrigations dont l'action antiseptique ne peut être suffisamment prolongée (Bazy).

Un moyen plus efficace est d'agir par les voies supérieures. L'acide borique, essayé par M. Guyon (1878), est mal supporté, et ses résultats sont nuls. Le biborate de soude, à la dose de 5 à 8 grammes, a donné les mêmes résultats négatifs à M. Terrier. Aujourd'hui le salol, notre antiseptique interne de prédilection, semble remplir le *desideratum*. Facilement toléré par les voies digestives, il s'élimine progressivement par les reins et ne détermine aucun trouble dans l'organisme.

Il est des circonstances, chez les rétrécis, les prostatiques, par exemple,

où les lavages antiseptiques sont impossibles. Or, le perchlorure de fer, qui détermine dans l'urine la coloration violette caractéristique de l'acide salicylique, explique le pouvoir antiseptique du salol, dont l'élimination se fait souvent dès le premier jour. Elle persiste deux à trois jours encore après la cessation du médicament, suivant les doses employées et l'état des reins.

Quelquefois, cependant, j'ai cru nécessaire d'en suspendre l'usage ou d'en diminuer les doses par prudence, malgré l'optimisme de M. Bazy. C'est lorsque les urines deviennent brunes, verdâtres ou noirâtres, couleurs qui indiquent la présence d'un excès d'acide phénique dans l'organisme et la menace de poussées néphrétiques.

J'ai employé, comme Leichenfeld (de Berlin), le salol dans le catarrhe vésical, chez des rétrécis, chez des prostatiques qu'il était difficile de cathétériser avec des résultats satisfaisants. Mais, plusieurs fois, j'ai été obligé de recourir au sulfate de quinine, le salol n'étant pas suffisant pour conjurer l'accès de fièvre uréthrale. Les urines sont toujours devenues inodores, moins troubles, et quelquefois limpides. A mes yeux, l'antisepsie par la voie rénale peut remplacer l'asepsie opératoire insuffisante.

Dans la période aiguë de la blennorragie, de faibles doses de salol ont rendu la miction moins douloureuse et modifié l'écoulement, qui a tari plus rapidement ensuite, en associant ce médicament aux balsamiques ordinaires. William White et le Dr Hirtz (1890) nous ont donné également des résultats encourageants.

Les recherches de M. Lacroix démontrent que les urines salolées sont impropres à la culture de la bactérie pyogène. Celles du Dr Pepoli prouvent la décomposition du salol par le pus et le développement de sa propriété antiseptique immédiatement après sa décomposition. On a vu précédemment que ces données nous ont amené à employer cet agent dans la variole, surtout pendant la période de suppuration, les pyogènes restant inactifs lorsque la décomposition a eu lieu.

On a objecté à son emploi son insolubilité et la nécessité de le faire prendre en cachets ou en suspension, ce qui rend son absorption lente ou incomplète. Mais le calomel aussi est insoluble, et cependant il est transformé et nous rend de grands services. Je ne suis nullement fâché, pour ma part, de la lenteur de son absorption qui me permet d'en surveiller l'emploi.

Il est démontré que le salol ne se décompose qu'au contact des liquides alcalins; or, s'il est administré en cachets, il ne sera pas altéré dans l'estomac acide, le dédoublement de ses éléments aura lieu dans l'intestin grêle et dans les sucs alcalins du pancréas. Cette action chimique sera très lente, et une partie du médicament pourra être perdue; le mal n'est pas très grand, comme nous l'avons dit.

Au reste, il existe des dissolvants qui peuvent rendre son action plus rapide : l'acide sulforicinique, l'essence de santal, la térébenthine, l'eucalyptol, la vaseline. Ne serait-il pas aussi logique de faire prendre aux malades une boisson légèrement alcaline? C'est la règle de conduite que nous avons adoptée.

Disons, en terminant, que le salol est bien toléré par les enfants : dans les affections rhumatoïdes, alors que les organes digestifs supportent mal le salicylate de soude et que le sulfate de quinine a abaissé suffisamment la température, si surtout il y a une tendance à la diarrhée, je le remplace par le salol, aux doses suivantes :

Pour un enfant de 2 à 4 ans, 0gr,15 trois fois par jour ;
— — de 5 à 10 ans, 0gr,50 — —
— — de 11 à 15 ans, 0gr,50 à 0gr,75 —
— — de 15 à 20 ans, j'élève souvent la dose à 4 grammes par jour.

Je comptais entretenir le Congrès de quelques autres antiseptiques tirés de la même série ; de mes observations sur l'emploi de la créosote, du gaïacol, du crésol, de l'eucalyptol, de la terpine dans les affections pulmonaires et particulièrement dans la phtisie tuberculeuse. Mais, en jetant les yeux sur le programme du Congrès pour l'étude de la tuberculose, en lisant l'énumération des communications que nos savants et laborieux confrères ont faites dans les séances de ce Congrès, j'ai cru bien faire d'écourter mon travail et de m'abstenir : notre champ d'observation étant actuellement trop limité pour nous permettre de contrôler les essais, les recherches des quatre-vingts médecins qui sont venus apporter leur tribut à l'étude du problème de la tuberculose et à sa solution.

M. A. AUBERT

Chirurgien de l'Hôtel-Dieu, à Mâcon.

SUR LA CONTAGION DE LA TUBERCULOSE

— Séance du 18 septembre 1891. —

La contagion de la tuberculose, longtemps contestée, maintenant universellement reconnue, divulguée partout dans ses divers modes de propagation, répand un effroi qui dépasse souvent les bornes chez les malades et dans leur entourage.

Ne vous semble-t-il pas qu'il importe de réagir contre cette crainte souvent préjudiciable aux malades, en publiant, en répétant deux vérités banales pour nous, mais incontestables.

La première : que la tuberculose guérit souvent, soit spontanément, soit par les efforts de la science.

La seconde : que la contagion ne s'exerce que dans des conditions déterminées, tant du malade que des personnes qui l'approchent.

En troisième lieu : s'il était prouvé que de nombreux individus, par le fait de leur constitution saine ou diathésique, fussent inaccessibles ou réfractaires à la contagion, quel service ne rendrait-on pas aux malades en proclamant bien haut cette rassurante vérité?

On a depuis longtemps remarqué la rareté de la tuberculose dans les pays soumis au paludisme.

On a même été trop loin en affirmant un antagonisme plus apparent que réel.

Dans le cours d'une carrière déjà longue, j'ai souvent remarqué, et n'ai pas été seul à le faire, que des sujets arthritiques avaient subi impunément la cohabitation prolongée des tuberculeux;

Que la pleurésie chez des arthritiques était rarement le prodrome de la tuberculose.

Enfin chez un de mes meilleurs amis, des inoculations involontaires subies dans plusieurs autopsies de tuberculeux, n'ont eu aucun résultat fâcheux.

Son organisation sans doute n'était pas pour le bacille un bon terrain de culture, ou bien il était doué de phagocytose à un haut degré.

En attendant que la tuberculine perfectionnée tienne ses promesses comme agent de diagnostic, de thérapeutique et même comme vaccin préservateur, j'engage mes jeunes confrères a uxquels l'avenir appartient, à diriger leurs recherches dans la voie que j'ai indiquée, à le faire avec toute la précision de la clinique et de l'expérimentation modernes.

Si l'opinion que j'émets aujourd'hui comme une probabilité, devenait bientôt une certitude, quelle sécurité n'aurait-on pas dans le choix des personnes destinées à soigner les phtisiques chez eux ou dans les hôpitaux spéciaux?

J'institue un modeste prix de 500 francs pour le meilleur mémoire soumis à l'Académie de Médecine d'ici à cinq ans sur cette question :

Rechercher, par l'observation clinique et expérimentale, s'il existe chez l'homme des constitutions réfractaires à la tuberculose.

Espérons, Messieurs, qu'une connaissance bientôt suffisante des microbes pathogènes et de leurs produits toxiques, permettant à nos successeurs de stériliser à leur égard le corps humain, vaudra aux médecins de l'avenir la juste reconnaissance de leurs contemporains.

M. ALEZAIS

Chef des Travaux anatomiques, à Marseille.

AIRE CHIRURGICALE DES SINUS FRONTAUX

— Séance du 18 septembre 1891 —

L'attention a été appelée, dans ces derniers temps, sur les sinus frontaux par les tentatives chirurgicales qui ont été faites, en France et à l'étranger, dans le but de traiter leurs maladies.

L'anatomie descriptive de ces petites cavités, à peu près nulle dans les classiques, a bénéficié de plusieurs travaux récents suscités par les nécessités opératoires, parmi lesquels je rappellerai seulement ceux de M. Poirier (1) et de M. Montaz (2).

Deux parois des sinus frontaux sont abordables pour le chirurgien : l'antérieure ou frontale, l'externe ou orbitaire ; on peut les réunir sous le nom d'*aire chirurgicale des sinus frontaux*, qu'il est intéressant de bien délimiter.

J'ai dressé, dans ce but, les schémas d'une série de sinus, parmi ceux que j'ai étudiés depuis quelques mois.

Ce sont les résultats de ces mensurations que j'ai l'honneur de présenter à l'Association.

Elles portent sur 23 sujets (13 hommes et 10 femmes), dont l'âge variait de vingt et un à quatre-vingt-un ans.

Un mot d'abord sur la méthode qui a été suivie pour établir ces schémas (3).

1° *Schémas.* — Les points de repère choisis ont été, pour la paroi antérieure, la ligne médiane — la ligne horizontale passant par la racine du nez — et la ligne sus-orbitaire, qui est plus importante que la précédente par la facilité avec laquelle on peut la tracer avec rigueur sur le cadavre et sur le vivant.

Au niveau du bord interne de l'orbite, le dacryon, qui ne peut servir sur le vivant, est utile dans les graphiques pour relier les deux parois du sinus entre lesquelles il est placé. Il siège, en général, à 15 millimètres

(1) *In* M. Guillemain. Étude sur les abcès des sinus frontaux considérés principalement dans leurs complications orbitaires, leur diagnostic et leur traitement. *Archives d'Ophtalmologie*, 1891, n° 1, p. 1.

(2) Montaz. Des sinus frontaux et de leur trépanation. *Dauphiné Médical*, 1891, p. 81.

(3) Ces schémas ont été présentés à la séance du Congrès.

au-dessous de la ligne sus-orbitaire, exceptionnellement à 17 ou 18 millimètres.

Sur la paroi orbitaire, on peut se guider : d'une part, sur la ligne horizontale qui unit le dacryon au trou orbitaire interne intérieur, ou ligne *dacryo-orbitaire*, qui correspond au bord supéro-interne de l'orbite ; d'autre part, sur le rebord orbitaire.

Dans ces conditions, le sinus, dépouillé des parties molles, est exploré grâce à deux coupes : l'une horizontale passant par la ligne sus-orbitaire, l'autre frontale menée en arrière des gouttières lacrymales.

La transparence de l'os en certains points, les mensurations prises avec le compas-glissière ou des tiges graduées, permettent de dessiner, à la surface du crâne le contour des sinus, qu'il est facile, au moyen des points de repère indiqués, de rapporter sur le papier.

Pour la commodité du dessin, j'ai supposé que, le sujet étant vu de profil, le rebord et la voûte orbitaires étaient relevés sur le plan de la paroi interne de l'orbite; et, pour les distinguer à première vue, je les ai représentés ombrés.

2° *Résultats obtenus.* — Sur les 23 sujets examinés, les deux sinus, ou tout au moins leur portion frontale, ont manqué deux fois, — sur un homme et sur une femme, — car j'ai toujours trouvé, le long de l'orbite, une petite cavité qui rappelait le fond du sinus, lorsqu'il est complet. Trois fois un seul sinus faisait défaut, le droit sur une femme, le gauche sur deux hommes. La proportion de 2 sur 23, pour l'absence bilatérale des sinus, rappelle celle de 2 sur 30 donnée par Guillemain.

Paroi antérieure. — L'aire frontale des sinus, malgré les différences individuelles, peut s'évaluer par ses deux dimensions principales : l'étendue transversale, dont le maximum répond, en général, à la ligne sus-orbitaire, et la hauteur, qui est surtout grande au niveau de l'espace interorbitaire.

Transversalement, la ligne frontale des sinus m'a paru atteindre, en moyenne, 6 centimètres chez l'homme, et $4^{cm},5$ chez la femme; mais la division de cette ligne se fait rarement en deux portions égales. Sur les 18 sujets qui avaient leurs deux sinus frontaux, deux fois seulement ceux-ci étaient à peu près égaux : neuf fois il y avait prédominance du gauche et sept fois du droit.

Cette prédominance du sinus gauche ressort des moyennes suivantes, prises sur la ligne sus-orbitaire : $3^{cm},15$ chez l'homme, $2^{cm},37$ chez la femme, tandis que le droit n'avait que $2^{cm},77$ et $1^{cm},96$.

On a donné les trous sus-orbitaires comme limites externes ordinaires des sinus.

Cette disposition, un peu moins fréquente chez l'homme que chez la femme, est rarement bilatérale; plus souvent un seul sinus répond au

trou sus-orbitaire correspondant. Chez l'homme, le sinus frontal dépassait le trou sus-orbitaire, dans la moitié des cas, de 1 centimètre environ, et chez la femme, dans le quart des cas, seulement de $0^{cm},5$: trois fois sur dix, il restait en dedans de lui de quelques millimètres.

Les dimensions verticales des sinus étant sujettes à varier par leurs deux extrémités sur la ligne médiane, il est nécessaire, pour les établir, d'adopter un point fixe, et la ligne sus-orbitaire est tout indiquée. Au-dessous d'elle, et répondant à la glabelle, on trouve une petite portion du sinus, plus constante et plus fixe que la supérieure. Sur la ligne médiane, elle ne dépasse pas, en général, la racine du nez : je l'ai vu cependant empiéter sur le dos du nez de 2, 3, même 4 millimètres.

Sur les côtés, elle descend obliquement vers le rebord orbitaire, atteignant presque le dacryon chez l'homme, peut-être un peu moins souvent à gauche qu'à droite, en restant éloignée, chez la femme, de 4 à 5 millimètres. En moyenne, au niveau du bord interne de l'orbite, le sinus descend au-dessous de la ligne sus-orbitaire : chez l'homme, de $1^{cm},48$ à droite, $1^{cm},39$ à gauche; chez la femme, de $1^{cm},08$ à droite, $1^{cm},11$ à gauche.

La portion supérieure de la paroi frontale est bien plus variable. Tandis que l'inférieure ne diffère d'un sujet à l'autre que de quelques millimètres, la supérieure peut manquer. Sur un homme de quarante et un ans, le sinus droit affleurait la ligne sus-orbitaire, tandis que le gauche la dépassait de plus de 1 centimètre. Le sinus s'élève en moyenne, au-dessus de cette ligne, de 2 centimètres chez l'homme et de $1^{cm},8$ chez la femme. Il est limité par un bord convexe plus ou moins festonné, qui tantôt ne décrit qu'une grande courbe assez régulière, tantôt forme une série de petits arcs de cercle, d'où partent souvent des demi-cloisons, descendant dans la cavité du sinus.

Ce n'est que dans le tiers des cas (six fois sur dix-huit) que la ligne médiane répond à la cloison interfrontale. Cinq fois, elle passait par le sinus droit, et sept fois par le gauche, ce qui revient à dire que sept fois contre cinq, le sinus gauche empiétait sur son congénère.

C'est une preuve nouvelle de la prédominance du sinus gauche dans la série des sujets qui ont servi à cette étude. Il serait nécessaire d'étendre le champ des observations, pour affirmer que cette prédominance est constante, ou répond tout au moins à la majorité des cas.

Lorsqu'un seul sinus fait défaut, celui qui existe est ordinairement très réduit et se trouve parfois éloigné de la ligne médiane. Il faut le chercher contre l'orbite, au niveau de l'angle supéro-interne de cette cavité, qu'il embrasse comme un croissant.

En rapprochant les données que nous venons d'obtenir pour chacune des portions de la paroi frontale qui ont été étudiées séparément, nous

voyons que, verticalement, l'aire antérieure du sinus frontal mesure, en moyenne, sur la ligne médiane, 3^{cm},5 chez l'homme et 3 centimètres chez la femme.

Le chirurgien peut estimer que son extrémité inférieure répond à la racine du nez; dans une trépanation, il rencontrera le plus sûrement la cavité du sinus, en se portant vers l'orbite, à peu près au même niveau ou mieux encore, en s'élevant près de la ligne sus-orbitaire.

3° *Paroi orbitaire.* — Les parois orbitaires des sinus frontaux, tout en présentant, comme les parois antérieures, d'assez grandes différences individuelles, paraissent offrir, sur le même sujet, une certaine symétrie, qui ressort de la comparaison des schémas. On en retrouve assez généralement à droite et à gauche qui se rappellent mutuellement, soit comme dimensions, soit comme siège par rapport à la ligne dacryo-orbitaire.

Les exceptions sont cependant nombreuses. Sur un homme de vingt et un ans le sinus, droit réduit à sa paroi antérieure ne dépassait pas le bord de l'orbite, tandis que la paroi orbitaire du gauche avait 1^{cm},5 sur 1^{cm},3. Sur un homme de cinquante ans, celle-ci, très petite à droite, était trois fois plus large à gauche.

La différence la plus fréquente entre les schémas des deux côtés est une tendance du sinus droit (cinq fois sur dix-huit) à descendre au-dessous de la ligne dacryo-orbitaire, tandis que le gauche ne la dépassait pas. Ce prolongement inférieur du sinus frontal, que l'on pourrait appeler *lacrymal*, est d'ailleurs assez inconstant.

Dans bien des cas, le bord supéro-interne de l'orbite, qui répond à la ligne dacryo-orbitaire, marque la limite inférieure du sinus. La paroi externe de cette cavité forme alors, le long du bord orbitaire, une bande de 2^{cm},25 (homme) à 2 centimètres (femme), qui s'enfonce dans l'orbite de 2 centimètres (homme), à 1^{cm},9 (femme).

Le prolongement lacrymal, quand il existe, occupe une petite zone d'environ 1 centimètre d'avant en arrière, et 0^{cm},5 verticalement, située derrière la gouttière lacrymale, ou même empiétant un peu sur elle.

Les cas particuliers, dont les dessins donnent une meilleure idée que la description, dépendent des rapports éminemment variables du sinus frontal avec l'infundibulum, rapports sur lesquels je me propose de revenir.

Un dernier point est celui des rapports du sinus avec l'âge.

Les classiques admettent que, chez l'adulte, les dimensions des sinus frontaux augmentent avec l'âge.

J'ai sérié, dans ce but, mes diverses observations, et cette augmentation de volume m'a paru bien incertaine et sans aucune régularité. C'est sur un homme de soixante-dix ans, sur une femme de quarante-trois ans, que j'ai rencontré l'absence bilatérale des sinus. Sur un vieillard de

quatre-vingts ans, le sinus droit existait seul, très petit. D'autre part, c'est sur un homme de trente-six ans que j'ai observé des sinus démesurément vastes. Non seulement leurs parois antérieures s'étendaient d'une apophyse orbitaire à l'autre, mais leurs parois externes comprenaient l'étendue tout entière des voûtes orbitaires.

4° *Conclusions*. — Il ressort de cette étude que, suivant l'opinion classique, le sinus de l'homme est plus développé que celui de la femme, mais que, chez l'adulte, l'augmentation due à l'âge est incertaine et irrégulière.

Sur 23 sujets des deux sexes, l'absence totale des sinus s'est présentée deux fois, et l'absence unilatérale trois fois.

L'aire frontale des sinus mesure, chez l'homme, 6 centimètres sur la ligne sus-orbitaire et $3^{cm},5$ verticalement sur la ligne médiane; chez la femme, $4^{cm},5$ sur 3.

La paroi orbitaire a, chez l'homme, $2^{cm},25$ sur 2 centimètres, et, chez la femme, 2 centimètres sur $1^{cm},3$; elle s'arrête souvent à la ligne dacryo-orbitaire, mais peut envoyer le long de la paroi interne de l'orbite un prolongement de 1 centimètre sur $0^{cm},5$.

Le sinus gauche paraît être un peu plus grand que le droit : celui-ci aurait, plus souvent que le gauche, un prolongement inférieur le long de la paroi interne de l'orbite.

M. DE RUELLE

Médecin en chef de la Compagnie des Docks et Entrepôts, à Marseille.

DU TRAITEMENT DE L'ANGINE COUENNEUSE ET DE LA DIPHTÉRIE PAR LE CYANURE DE MERCURE A L'INTÉRIEUR

— Séance du 18 septembre 1891 —

Quand on est en présence d'une angine, je crois inutile de vous rappeler combien son diagnostic différentiel est parfois difficile au début. Cette difficulté, admise par Trousseau, l'est encore par nos meilleurs médecins actuels. De cette difficulté résulte l'indication, vu la fréquence actuelle de la diphtérie, de porter un pronostic très réservé dans les cas d'angine couenneuse et d'instituer le plus tôt possible une médication active. On s'expose à de graves mécomptes en n'agissant pas ainsi. Mais quand il s'agit d'instituer cette médication active, l'embarras devient grand, soit par l'infidélité fréquente des trop nombreuses médications prônées, soit par les difficultés parfois si grandes de leurs applications.

Nous venons de traverser à Marseille une épidémie d'angine assez meurtrière pour que mes confrères marseillais ne me contredisent. Qui de nous n'a pas vu de nombreux petits malades si indociles que toute intervention locale, soit avec des pinceaux, soit avec des irrigations, était impossible, et à l'agonie desquels il fallait assister sans avoir pu lutter efficacement contre le mal. Quand la docilité de l'enfant permet les grattages, ceux-ci ne sont pas toujours suivis de succès, et parfois ils sont nuisibles s'ils ont été trop violents.

Depuis trente ans, j'ai donc essayé bien des traitements divers, et je n'en ai vu aucun donner de succès réguliers et pouvant imposer la confiance dans son efficacité.

Je ne veux pas aborder la discussion de la nature de la diphtérie, et je me borne à dire que, pour moi, cette maladie est une affection générale dont la porte d'entrée de prédilection est l'angine couenneuse. Ce qui caractérise cette maladie infectieuse, c'est la rapidité avec laquelle le symptôme initial est suivi de la généralisation de l'infection.

Un bon traitement de la diphtérie ne doit pas perdre de vue cette rapidité de généralisation, il doit être spécifique, et doit non seulement pouvoir arrêter le microbe à son point de départ, mais aussi pouvoir le pourchasser dans l'économie, si celle-ci est déjà envahie. Comme les contre-poisons, dont l'efficacité est reconnue dans certains empoisonnements, ce spécifique doit être efficace contre la diphtérie, si on l'administre à temps. Mais de même, qu'on ne saurait mettre en doute l'efficacité des contre-poisons dont la mise en œuvre trop tardive n'a pu enrayer une issue fatale, de même il ne faudra pas conclure à l'inefficacité d'un spécifique de la diphtérie, si ce spécifique n'a été administré que dans la période finale, *in extremis*, de la maladie, alors que la lutte contre le mal n'est plus possible.

De ces considérations je conclus que s'il existe un traitement spécifique de la diphtérie, il faut l'employer le plus tôt possible, dès l'apparition de l'angine, sans attendre de voir les symptômes généraux confirmer la gravité du diagnostic.

Ce traitement spécifique de la diphtérie existe-t-il ? Un certain nombre de faits permet de l'espérer.

En février 1891, j'eus l'occasion de lire un article de journal où le cyanure de mercure était cité comme un remède officiel préconisé en Alsace contre la diphtérie. La formule donnée était assez compliquée, et je la simplifiais comme il suit :

Cyanure de mercure	0,05	centigrammes
Alcool à 80°	8	grammes.
Eau distillée	192	—

M. S. A.

Je résolus dès lors de supprimer les grattages si pénibles, si difficiles et souvent si nuisibles, et de les remplacer par la simple ingestion fréquente de cette solution, espérant en outre qu'à cette action topique se joindrait de plus une action générale favorable sur l'économie.

Je n'ai eu qu'à me louer de ce traitement, dont vous trouverez le résultat dans les observations suivantes :

1° En mars 1891, je fais mon premier essai chez une fillette de deux ans et demi. J'étais d'abord timide : je fis donner une cuillerée à café de ma solution toutes les deux heures, jour et nuit, et pratiquais des insufflations d'un mélange d'alun et de fleur de soufre à parties égales : la guérison était complète le sixième jour; elle fut suivie de quelques troubles paralytiques du voile du palais, qui cédèrent sous l'influence de la strychnine.

2° Le mois suivant, en avril, je voyais une jeune fille de quatorze ans, atteinte d'une angine avec fausses membranes sur les amygdales. Plus hardi, je donnais toutes les heures, jour et nuit, une cuillerée à café de ma solution, sans y joindre d'autre moyen curatif. La guérison s'obtint en six jours. La convalescence fut également caractérisée par des phénomènes de paralysie du voile du palais, dont la strychnine eut heureusement raison.

3° En juin, je fus appelé auprès d'une fillette de quatre ans dont la sœur était morte de diphtérie : des plaques diphtéritiques occupaient les deux amygdales. J'instituais le traitement du cyanure de mercure : une cuillerée à café toutes les heures; guérison en cinq jours, sans accident consécutif.

4° Le même mois, je vis une fillette de cinq ans dans les mêmes conditions, sœur morte de diphtérie; fausses membranes sur les amygdales; même traitement par le cyanure de mercure; guérison en quatre jours sans complication consécutive.

5° En juillet, je soignais un jeune garçon israélite de quatre ans, présentant également des plaques sur les amygdales : traitement par le cyanure de mercure; guérison en quatre jours.

6° Le même mois, je vois une fillette de deux ans, atteinte de scarlatine sévère avec angine pseudo-membraneuse intense, tuméfaction des amygdales. Le cas était grave. Traitement par le cyanure de mercure sans modifier la dose de ma solution; guérison de l'angine le sixième jour; la scarlatine suit son cours et guérit sans autre complication.

7° Enfin, ce mois de septembre, je viens de soigner une fillette de quatre ans, avec plaques d'un blanc grisâtre sur toute la surface des deux amygdales : gonflement sous-maxillaire, surtout à gauche. Je recours au cyanure de mercure; mais, plus audacieux, je débute par une solution à dix centigrammes au lieu de cinq centigrammes. Au bout de deux jours, voyant que le mal ne progresse plus, je reviens à mon titrage primitif. La guérison se fait le septième jour. Je n'ai pas encore vu survenir de troubles paralytiques, et j'espère qu'ils feront défaut.

Nota. — Dans tous les cas, j'ai alimenté le plus possible. En général, mes petits malades ont absorbé vingt-cinq milligrammes de cyanure de mercure par jour : je n'ai jamais observé de stomatite mercurielle. La solution a été donnée régulièrement toutes les heures, jour et nuit : les trois premiers jours, l'affection semble rester stationnaire; le quatrième jour, le mieux se dessine; le cinquième ou le sixième jour, au plus tard, le pharynx est déblayé.

J'ai omis intentionnellement jusqu'ici de vous parler d'un petit malade que je vis une fois seulement, le 3 avril dernier, à 6 heures du soir. Tout le pharynx était envahi par les fausses membranes : une sanie rougeâtre s'écoulait des fosses nasales, les ganglions cervicaux étaient tuméfiés. J'instituai le traitement par le cyanure de mercure sans en espérer rien. Je fis éloigner aussitôt le frère et la sœur de la malade. Le décès survenait dans la nuit, vers les 4 heures du matin, dix heures après ma visite. Évidemment, l'affection était trop avancée et se trouvait au-dessus des ressources de l'art, et ce décès ne saurait être invoqué contre le traitement que je préconise. Je termine en disant que, sans avoir de prétention d'inventeur, je me borne, en me basant sur les guérisons que j'ai obtenues, à vulgariser un traitement qui me paraît agir d'une manière spécifique, et je serai heureux si j'ai pu engager quelques-uns de vous à contrôler mes résultats.

M. CHAPPLAIN

Directeur de l'École de Médecine, à Marseille.

DU TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE — REVUE CRITIQUE

— Séance du 19 septembre 1891 —

La question du traitement de la tuberculose était une question brûlante au moment où elle a été désignée pour être traitée au Congrès de Marseille. Koch venait d'annoncer au monde savant la guérison de la tuberculose par l'injection d'une substance dont il cachait la composition. Les malades et les médecins avec eux étaient accourus à Berlin et partout, dans le monde savant, on expérimentait.

Cette question n'a rien perdu de son actualité ; le problème de la guérison de la tuberculose demeure à l'étude, sollicite les recherches des savants, les tentations des expérimentateurs. Mais la session d'une société de savants qui s'occupent spécialement de ce fléau vient à peine de se terminer, et nous devons craindre qu'il ne nous laisse que quelques épis à glaner.

Nous serons bref dans notre appréciation du passé et ne parcourons que rapidement son histoire.

TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE

Si l'on jette un coup d'œil rétrospectif sur les méthodes de traitement de la tuberculose qui ont été proposées pendant ces dernières années, on est frappé de leur variété et de leur peu de durée. Toutes les voies d'absorption ont été utilisées; les substances les plus diverses ont été essayées pour atténuer ou diminuer la virulence du bacille de la tuberculose, mais il faut bien le reconnaître, presque tous ces médicaments modifient plus ou moins avantageusement quelques symptômes; malheureusement ils n'ont pas une action neutralisante directe et certaine sur le virus de la tuberculose.

Puisqu'on ne pouvait guère espérer de détruire *in situ* le bacille de la tuberculose il était logique de chercher à l'expulser. Koch crut avoir trouvé dans la tuberculine ce médicament tant désiré, qui aurait permis de diagnostiquer la présence du bacille et qui en aurait ensuite provoqué l'élimination.

I. — 1° Koch avait cependant été précédé dans cette voie par le Dr *Bouïvide* (*Wratch*, n° 5, 1891), qui avait extrait des cultures de bacilles de la tuberculose dans l'agar glycériné un liquide foncé, ayant l'odeur caractéristique de la lymphe de Koch. Le professeur de Varsovie s'injecta à lui-même 10 centigrammes de cette substance et eut une fièvre de 40°1 avec les symptômes généraux décrits plus tard par Koch. L'auteur injecta ensuite 1 centigramme de son liquide à une lapine qui, une heure après, avait une température de 39 degrés, un frisson en même temps que la rubéfaction et le gonflement des parties malades. Vingt-quatre à quarante-huit heures après, la fièvre disparut et les croûtes se formèrent. Cette tuberculine du Pr Bouïvide est ainsi identique à la lymphe de Koch, mais elle est deux fois moins active.

2° Plus tard, le 4 août 1890, à la séance solennelle du Congrès international de Berlin, *Robert Koch* annonça qu'il avait isolé une substance capable de donner aux cobayes sains l'immunité contre la tuberculose, et d'arrêter complètement, chez ces animaux, l'évolution générale d'une tuberculose très avancée.

L'action de cette lymphe, de cet extrait glycériné des cultures pures de la tuberculose, causa d'autant plus d'émotion que, déjà, Arloing et Charrin avaient constaté qu'une première inoculation de la tuberculose ne conférait pas d'immunité contre une inoculation ultérieure.

Koch décrit les réactions locales et générales qui accompagnent la guérison chez les tuberculeux; il montre l'importance de la réaction générale au point de vue du diagnostic de la tuberculose et indique la diminution et la disparition de ces réactions à la suite d'injections répétées.

On pratique, avec enthousiasme, ces injections de tuberculine; les chiffres suivants, empruntés à Cornet, de Berlin, en donnent une idée :

2.945	injections	de	1	à 10	milligrammes.
3.200	—	de	10	à 100	—
1.242	—	de	100	à 1000	—

On présente des malades guéris ou presque guéris; des milliers de phtisiques accourent à Berlin. Mais, par un retour trop fréquent des choses d'ici-bas, on s'aperçoit bientôt que les guérisons sont incomplètes et les améliorations passagères; que cette tuberculine favorise parfois la dissémination et la généralisation de bacilles momentanément inoffensifs.

Le 7 janvier 1891, Virchow apporte à la Société médicale de Berlin des pièces qui établissent que la tuberculine de Koch ne détruit pas les bacilles, ne fait pas résorber les tubercules, mais accélère la destruction des tissus environnants et favorise la mobilisation des bacilles de la tuberculose.

Quelques jours avant, en effet, après l'injection de 1 milligramme de lymphe, la dissémination des bacilles de la tuberculose et la transformation d'une phtisie localisée en granulée étaient observés dans le service de M. le professeur Grasset, et le professeur Boinet (1) constatait en outre, le 29 décembre 1890, à l'autopsie de ce malade, des foyers de broncho-pneumonie gangrèneuse imputables à l'action de cette tuberculine.

La communication de Virchow à la Société médicale de Berlin est un véritable réquisitoire contre l'emploi de la lymphe de Koch. Les mémoires de Fuerbringer (*Ibidem,* 28 janvier 1891), de Hausemann (*Therap. Monast.* 20 janvier 1891) ne sont guère favorables à la nouvelle médication. Sous l'influence de ces injections, on constate en effet :

1° *Des modifications des lésions tuberculeuses préexistantes*, telles que l'hyperémie pérituberculeuse, l'infiltration pérituberculeuse de leucocytes, la suppuration des nodules tuberculeux, la nécrose, la mortification, la fonte caséeuse des nodules. Du côté des cavernes, on note une forte congestion, une fluxion sanguine des parois pouvant provoquer des hémoptysies.

2° Il peut survenir en outre des *poussées tuberculeuses nouvelles*, coïncidant parfois avec la généralisation des tubercules miliaires, que l'on peut attribuer, d'une part, à la mobilisation des bacilles et, d'autre part, à la mise en liberté des toxines spécifiques consécutivement à la désagrégation des foyers primitifs. En pareil cas, Liermann a trouvé des bacilles de la tuberculose dans le sang des malades traités par la tuberculine.

3° Virchow appelle encore l'attention sur des *lésions pulmonaires, non tuberculeuses*, sur la pneumonie par aspiration. Il insiste sur les carac-

(1) Voir *Semaine médicale*, 21 janvier 1891.

tères de ces lésions rappelant, tantôt l'*hépatisation caséeuse*, tantôt l'*hépatisation catarrhale*, qui peut aboutir au ramollissement rapide et à la formation de cavernes comparables à celles que l'on observe dans la broncho-pneumonie gangreneuse.

Nous empruntons à Fuerbringer le tableau suivant qui indique la proportion de ces lésions :

	Traités par la tuberculine	Traités par d'autres médicaments
Pneumonie caséeuse d'une étendue extraordinaire.	33 0/0	15 0/0
Tuberculose miliaire des poumons d'une étendue inaccoutumée. . .	43 0/0	6 0/0
Tuberculose miliaire plus ou moins généralisée.	21 0/0	10 0/0

Fuerbringer conclut à la fréquence de l'extension du processus.

Cornet donne les résultats suivants :

Sur 278 malades injectés, 18 sont morts.

34 légers; 70 moyens; 89 graves; 85 très graves.

Presque guéris.	Notablement améliorés.	Non améliorés.
65 0/0	30 0/0	2 0/0
4 0/0	64 0/0	31 0/0
3 0/0	41 0/0	55 0/0
0	16 0/0	61 0/0

En présence des nombreux insuccès thérapeutiques de la lymphe, on se rabat sur les améliorations et les guérisons du lupus sous l'influence de ces injections de lymphe de Koch ; mais on ne tarde pas à s'apercevoir que cette inflammation exsudative ne modifiait guère les tubercules du lupus; que de nouvelles productions se formaient, même pendant le traitement, et que les rechutes étaient très fréquentes.

Dans les cas de tuberculose chirurgicale, les résultats ne furent pas très favorables. Israel montra en outre que l'inoculation des produits des parois d'un abcès périarticulaire, puisés après cinq semaines de traitement, engendre la tuberculose chez les animaux.

C'est qu'en effet la tuberculine n'agit pas sur le bacille tuberculeux lui-même; elle modifie les tissus environnants; elle produit, d'après Koch, la nécrose, la fonte et l'élimination des produits tuberculeux et en débarrasse, de cette manière, l'économie.

Pourtant certains auteurs, Fraentzel, Amann ont vu des bacilles subir des métamorphoses régressives. Pour Metchnikoff, le bacille conserve sa virulence, mais il est empêché dans son action nuisible par une suractivité des tissus tuberculeux en général et des phagocytes en particulier.

Quoi qu'il en soit, nous dirons, avec ce dernier auteur, que cette découverte de Koch constitue le pas le plus considérable fait encore dans cette voie et, si elle n'a pas tenu tout ce qu'elle avait promis, on peut dire, en revanche, qu'elle promet beaucoup plus qu'elle n'a tenu.

Cette méthode de Koch doit retourner au laboratoire, mais elle y retourne, dit Gamaelia, éclairée par l'expérience sur des milliers de malades. C'est une bien médiocre consolation.

II. — La même remarque peut encore s'appliquer aux méthodes thérapeutiques basées sur les recherches expérimentales de Ch. Richet et Héricourt, de Grancher et Martin, etc.

A. — *Héricourt et Richet* ont montré que l'introduction d'une certaine quantité de sang d'un animal réfractaire à la tuberculose (chien) dans l'économie d'un animal tuberculisable (lapin), *retarde* simplement l'évolution de la tuberculose. Le sang ou sérine des chiens tuberculisés est plus efficace que le sang ou le sérum des chiens normaux ; mais l'action de l'hémocyne tuberculeuse donnée à trop forte dose et après l'inoculation tuberculeuse accélère la marche du tubercule. En somme, Ch. Richet a conseillé de tenter sur l'homme l'action prophylactique de l'hémocyne ordinaire plutôt que de l'hémocyne tuberculeuse. L'inoculation de 40 grammes de sang par kilogramme d'animal suffit. Cette quantité de sang injecté dans le péritoine d'un lapin est résorbée en six jours ; mais, pour bénéficier de cette méthode, l'homme devrait recevoir 2 kilogrammes de sang ; même injectée à dose fractionnées, dans le tissu cellulaire sous-cutané, cette quantité ne saurait être absorbée.

B. — Cette action parasiticide est surtout attribuable au sérum : aussi le Pr *Lépine* a employé le sérum de sang de chèvre obtenu aseptiquement par l'action centrifuge à basse température. Il en injecte, très lentement, 80 centimètres cubes sous la peau de l'abdomen. L'introduction est très lente et la boule sous-cutanée peu prononcée ; mais l'immunité de la chèvre à la tuberculose n'est pas absolue et M. le Pr Colin a communiqué à l'Académie de Médecine un cas dans lequel on avait trouvé une grande quantité de matière tuberculeuse dans le poumon d'une chèvre.

C. — Aussi le pouvoir parasiticide du sang de chèvre sur lequel *Bertin et Picq* (Ac. de Méd., 15 nov. 1890) ont basé leur méthode, ne présente pas les garanties suffisantes exigées par une méthode thérapeutique.

D. — Les injections de cantharidate de soude et de potasse de *Liebrecht* ne sont en somme que de la *sérothérapie* pure. On pense que cette substance favorise la transsudation du sérum à travers les capillaires et on espère que cette transsudation se fera de préférence par les capillaires préalablement modifiées par la lésion ; mais, à la suite de cette médication, Guttmann a constaté une action fâcheuse sur les reins, de l'anurie, du ténesme, de l'albuminurie et des cylindres hyalins fibrineux et épithéliaux.

E. — Dans l'expérience des Drs *Grancher et Martin*, qui font une injection intra-veineuse de culture virulente, on note une résistance prolongée des lapins contre la tuberculose expérimentale la plus rapide et la plus certaine; mais, comme les lapins témoins et les lapins expérimentés ont fini par succomber, on ne peut encore risquer la moindre application thérapeutique basée sur cette méthode.

III. — Toutes les voies d'absorption ont été utilisées : *a) Bergeon* (Acad. des Sciences, 12 janv. 1886) a préconisé l'injection intra-rectale, deux fois par jour, de 4 à 5 litres de CO^2, qui a traversé 500 grammes d'eau sulfureuse. Sous l'influence de ce traitement, la toux a diminué. les sécrétions se sont taries, les sueurs ont disparu et l'état général s'est relevé. M. le professeur Bondet pense que ces injections sont mieux indiquées dans les formes lentes torpides; Bruen trouve que cette méthode n'a qu'une simple action sédative; Féréol insiste sur les phénomènes d'irritation intestinale; Spillmann et Parisot ne reconnaissent pas de supériorité à cette méthode; Dujardin-Beaumetz et Sée portent le dernier coup à cette médication, qui ne diminue pas le nombre des bacilles et qui n'est pas sans danger, puisque Peyron a montré qu'un chien, à qui on injecte 50 c. c. d'eau saturée d'HS, meurt en douze minutes. — *b)* Les injections intra-rectales de CO^2 basées sur l'immunité des chaufourniers, sur l'arrêt de la tuberculose dans les états de grossesse, emphysème pulmonaire, affections du cœur, dans lesquels on constate un excès d'acide carbonique, ne présentent pas de bien grands avantages.

IV. — La méthode des inhalations d'air surchauffé part de ce principe que le bacille de Koch ne peut vivre à une température supérieure à 42° et qu'il ne peut même la supporter plus d'une demi-heure.

Weigert (15 déc. 1888) a fait inhaler à des malades un air porté à une température oscillant de 100 à 250°. L'air arrivait dans l'appareil respiratoire à une température de 150°. Sous cette influence, l'expectoration, d'abord accrue, diminue; la toux est moins fréquente, l'appétit augmente et les cavernes arriveraient même à se cicatriser. Mais cette méthode n'a pas tenu les résultats annoncés : elle favorise les hémoptysies et, dans les formes aiguës, fébriles, elle paraît précipiter l'évolution de l'affection.

Cervello pense qu'à une première période d'amélioration, succède une aggravation rapide des phénomènes morbides, et il affirme que, sous l'influence de l'air chaud, en inhalations, la tuberculose marche plus vite vers la terminaison fatale.

De Renzi estime que l'air ne pénètre qu'à 43 à 46° et il n'agirait qu'à 140°.

Jacobi, *Hovart*, *Trudeau* y ont rènoncé.

L'inhalation à 200° n'élève d'ailleurs pas la température du corps à plus de 38° 4; or, il faudrait, d'après les recherches de Koch, une température de 42°.

Nykamp a entrepris une série d'expériences avec l'appareil de Weigert, dans les cas de tuberculose laryngée, et il conclut que cette méthode ne peut exercer une bonne influence, ni sur l'état général, ni sur l'état local.

Dujardin-Beaumetz rappelle que Mosso et Rondelli en Italie, Kokowanoff èn Russie, ont établi que l'air surchauffé, perdant sa température en se saturant d'humidité, ne pénètre dans les poumons qu'avec une température à peine plus élevée que l'atmosphère ambiant.

Korkounoff (*Wratch*, n° 43, 1889) conclut que le procédé de Weigert n'a aucune influence, ni sur la tuberculose pulmonaire, ni sur la tuberculose laryngée. Au contraire, la respiration forcée demandée par cette méthode de traitement fatigue les malades et contribue au développement de la maladie.

Les recherches bactériologiques faites par *Trudeau* (*Transact. of Assoc. of Amer. Physicians*, 1890), sur les sujets soumis aux *inhalations d'air chaud*, dans la phtisie, ne confirment pas l'opinion émise par Weigert qui pensait que ces inhalations peuvent, soit prévenir le développement du bacille tuberculeux dans les poumons de l'homme, soit diminuer sa virulence, quand il a pénétré dans les poumons.

Krull conseille des inhalations à 40° pendant trente à quarante minutes; elles auraient l'avantage, au bout d'un certain temps, de diminuer la toux, les crachats, et de favoriser la rétraction des cavernes.

V. — *Sée* a recommandé l'usage d'*atmosphères artificielles sous pression*, pendant trois à six heures par jour, dans un appareil à air comprimé, contenant des fumigations de créosote mêlées à des vapeurs d'eucalyptol. Il aurait constaté l'arrêt complet de la maladie, le retour de l'appétit et des forces, la disparition de la fièvre et de la toux, la modification de la qualité et de la quantité des crachats, et l'absence de congestion, d'hémorragie pulmonaires sous l'influence de ce traitement: Cette méthode thérapeutique est trop récente pour être bien appréciée.

VI. — On avait fondé certaines espérances sur l'efficacité des *inhalations d'acide fluorhydrique*. Ampugnani recommande la méthode intensive des inhalations d'acide fluorhydrique, que l'on retrouve dans l'urine. Sur 17 cas, Gager avait noté douze fois une augmentation de poids et cinq fois une amélioration notable; sur 60 malades traités par cette méthode, Moreau et Cochez avaient signalé 28 améliorations; mais les expériences faites par Grancher et Chantard ont montré que les inhalations étaient sans action sur la tuberculose des lapins et que l'acide fluorhydrique ne faisait que diminuer la virulence du bacille de la tuberculose sans la détruire. Dans ces conditions, il n'est guère permis d'espérer une action thérapeutique utile; cependant, Galliard mentionne 168 améliorations sur 294 cas traités par cette méthode par les différents auteurs, et il conclut, cependant, que la fièvre et la diarrhée ne diminuent pas et que l'appétit reste, le plus souvent, stationnaire. *Gœtz* n'a pas constaté de diminution des bacilles.

D'après *Brunet* (*Thèse*, Paris, 1889), les sueurs diminuent parfois, la diarrhée peut cesser, mais aucun changement ne survient dans les signes physiques.

VII. — *Cullimore* en Angleterre, *Rombro* en Russie, *Renzi* à Naples, *Sollaud* en France, ont préconisé les inhalations d'*acide sulfureux ;* elles sont plutôt indiquées dans la phtisie torpide aux premier et deuxième degrés : la toux et les sueurs ont diminué et les non fébricitants ont augmenté de poids.

VIII. — Inhalations d'essence d'*eucalyptol*. D'après *Willhauerlen*, ces inhalations relèvent l'état général et feraient parfois disparaître les bacilles,

IX. — On a fait *inhaler* les substances les plus variées, telles que l'huile de naphte *(Scherbakoff)*, l'aniline *(Krémianski)*, le sublimé *(Porteous, Czatari)*, l'acide picrique, des solutions d'acide osmique, biiodo-mercuriques *(Diamantberger)*, de l'essence de menthe *(Bractton)*, de la créosote *(Daywalt)*.

X. — Les expériences de *Guttmann* paraissent avoir établi que le développement du bacille tuberculeux est entravé dès que le sang se trouve saturé de *créosote,* dans la proportion de 1 à 4.000. Il faudrait, pour cela, administrer aux malades un gramme de *créosote* par jour ; mais ils ne peuvent guère en absorber plus de 75 centigrammes et cette substance produit une assez vive irritation au niveau des points où les capsules se vident de leur contenu. Elle convient aux formes torpides.

D'après *Bouchoneff*, la *créosote* diminue l'assimilation de l'*azote*, les pertes de poids sont moindres.

Holen constate une amélioration de l'état général, une diminution de l'expectoration et de la toux ; mais la *créosote* ne fait pas disparaître les bacilles, la fièvre persiste, elle occasionne des troubles digestifs.

XI. — Le *gaïacol* est mieux toléré par l'estomac; certains malades en supportent 1^{gr},50 et même 2 grammes.

Bourguet (*Revue thérapeutique*, p. 42, 1891), propose en outre de le faire absorber en frictions et en inhalations pour arriver à introduire dans l'organisme la dose suffisante pour gêner considérablement l'évolution du bacille.

Sommerbrodt a administré la *créosote* à 5.000 malades et a obtenu quelques résultats avantageux à la première période ; mais les injections sous-cutanées constituent un mode d'absorption plus actif et présentent moins d'inconvénients : il a été surtout préconisé en injections hypodermiques par le professeur *Picot* (*Gaz. méd. de Bordeaux*, 9 février 1890).

XII. — Le professeur *Picot*, de Bordeaux, affirme que le *gaïacol* iodoformé arrête l'évolution de la tuberculose au premier degré et au commencement du second, qu'il diminue l'expectoration et la toux et arrête la fièvre dans ces deux périodes de mal.

Au deuxième degré, le *gaïacol* ralentit la marche de la phtisie, diminue l'expectoration et la fièvre, stimule l'appétit et fait cesser les vomissements ainsi que la diarrhée. Les sueurs nocturnes sont arrêtées par le médicament.

Au troisième degré, les mêmes effets s'observent au point de vue symptomatique, mais le *gaïacol* iodoformé n'arrête pas la marche des ulcérations pulmonaires.

Les injections hypodermiques sont surtout utiles, dit *Picot*, dans la pleurésie tuberculeuse ; elles ne sont ni douloureuses ni irritantes. L'auteur dit même avoir obtenu la disparition des signes de cavernes et de râles caverneux.

Suivant *Polyak*, les injections de *créosote* et de *gaïacol*, d'après le procédé de Schetelig (gaïacol de 10 centigrammes à 2 grammes), n'ont pas d'influence sur la marche de la phtisie. Mais les injections de *gaïacol* iodoformé employées à des doses plus considérables que celles que M. Picot a préconisées, ne donnent pas des résultats aussi favorables que ceux que l'on pourrait espérer. Dans certains cas, les sueurs augmentent surtout dans les formes aiguës. Le nouveau mode d'absorption de *gaïacol* convient mieux dans les formes apyrétiques de la tuberculose aux premier et deuxième degrés ; cette médication peut modifier les sécrétions bronchiques et diminuer l'expectoration et la toux ; mais si ces injections ne reproduisent pas d'accidents locaux, leur action sur les bacilles de la tuberculose est à peu près nulle. Cette méthode n'est donc qu'un succédané du traitement créosoté.

XIII. — A cette méthode se rattachent aussi les injections sous-cutanées d'*eucalyptol* qui, d'après *Ball*, auraient eu l'avantage de diminuer la toux, l'expectoration, les sueurs, dix fois sur 21 cas. Ces injections conviennent aussi surtout aux formes apyrétiques dans lesquelles les crachats diminuent et le poids augmente ; elles sont plutôt nuisibles dans les formes fébriles ; leur emploi a été de courte durée, car, ainsi que l'ont prouvé Chabannes et Perret, cet *eucalyptol* n'a pas d'action directe sur le bacille de la tuberculose. On doit encore ranger dans la nombreuse classe des essais thérapeutiques qui sont assez vite oubliés, les injections hypodermiques d'*iodoforme*, d'*iode* à 1 0/0, de *térébenthine* à 25 0/0, de *menthol* à 10 0/0, de *thymol* à 1/200, de *phénol* à 1 0/0.

Sur 200 cas, *Thomas Harris* a trouvé cinquante-quatre fois les tubercules en état de régression. Dans les autopsies médico-légales, M. Brouardel a assez souvent constaté cette tendance curative des tubercules pulmonaires sous l'influence d'un travail de sclérose et d'infiltration crétacée.

XIV. — Essayant de produire un processus morbide analogue, M. le professeur Boinet a fait, sur les lapins, en 1889-1890, quelques expériences dans lesquelles il a expérimenté l'action d'une série de substances sclérogènes injectées directement dans le sommet des poumons : les injections de *naphtol* dissous à saturation dans l'alcool et se déposant en masse après

l'injection intra-pulmonaire, n'ont donné que de mauvais résultats. Les injections de *phosphate de chaux* sont mieux tolérées. Les substances sclérogènes (chlorure de zinc, etc.) pourraient encore être utilisées. M. le professeur Boinet a essayé aussi d'atténuer la virulence du bacille de la tuberculose par sa coloration au moyen de Kristallviolet. Ces recherches font l'objet d'une communication faite, le 19 septembre 1891, à l'*Association française pour l'Avancement des sciences.*

L'incision et le drainage des cavernes ont occasionné la mort 50 0/0 et la survie moyenne n'est que de 46 jours.

La pneumectomie a presque toujours été suivie de mort; cependant Tuffier a enlevé récemment avec succès le sommet d'un poumon tuberculeux.

Poirier et *Jonnesco* ont indiqué, au dernier Congrès sur la tuberculose, un nouveau procédé opératoire permettant d'agir directement sur les lésions tuberculeuses du poumon.

XVI. — Se basant sur des données bactériothérapiques, on a essayé des inhalations de cultures de *bacterium-termo* (Wells, Flora, Maffuci, Testi et Marzi); mais, quoi qu'on ait dit, le *bacterium-termo* ne paraît pas diminuer la virulence du bacille de la tuberculose : c'est la simple putréfaction qui agit en pareil cas (de Torna). C'est au même ordre de données bactériothérapiques qu'appartiennent les remarques de Solles, qui a trouvé que l'érysipèle atténuait la tuberculose chez le cobaye. On peut rapprocher de cet ordre de recherches les expériences publiées par le professeur Boinet dans le *Bulletin thérapeutique*, 1890, sur les essais d'atténuation du bacille de la tuberculose sous l'influence de la levure de bière.

Enfin, les agents thérapeutiques conseillés dans ces derniers temps : le tannin préconisé par Raymond et Artaud, Ceccherelli, Bertrand, de Renzi; l'antipyrine (Zakrjewski); l'acide phényl-propionique et l'acide phényl-acétique (Théodore Williams); le sublimé associé à l'iodure de potassium (John Hall), n'ont, en réalité, qu'une simple action, parfois minime, sur les symptômes de la tuberculose pulmonaire. La suralimentation (Debove, Nasarow), l'aération continue (Nicaise, Courtois, Boulay), ne sont que des adjuvants utiles. En résumé, si le bilan thérapeutique de la tuberculose pulmonaire est très chargé, il faut bien reconnaître que le grand nombre de ces médications cache une pauvreté réelle de traitements vraiment efficaces.

Somme toute, les recherches expérimentales ont indiqué une série de voies nouvelles qui conduiront sans doute à d'heureux résultats thérapeutiques et nous espérons que les travaux de ce Congrès contribueront largement à résoudre ce problème si important : la guérison complète de la tuberculose.

M. VILLENEUVE

Professeur de Clinique chirurgicale à l'École de Medecine de Marseille.

ÉPIDIDYMECTOMIE ET RÉSECTION DU CANAL DÉFÉRENT ET DE LA VÉSICULE SÉMINALE PAR LE CANAL INGUINAL DANS LA TUBERCULOSE DE CES ORGANES

— Séance du 19 septembre 1891 —

On est loin d'être d'accord sur le traitement du sarcocèle tuberculeux. Sans parler des médecins qui, se basant sur le fait maintenant constaté, que la tuberculose génitale est la plus bénigne des tuberculoses locales, ont une tendance trop accusée à n'employer que les moyens généraux, les chirurgiens se sont divisés en deux camps : les radicaux, pour qui la tuberculose, affection parasitaire, infectieuse, virulente, doit être poursuivie comme une tumeur maligne, et aussi largement extirpée que possible; les autres, parmi lesquels je me range, appuyés surtout sur les résultats cliniques, n'ont ordinairement recours qu'à des ablations partielles, qu'ils croient à la vérité nécessaires, mais suffisantes.

En 1888, j'ai résumé dans un petit opuscule les règles qui me paraissent encore devoir être suivies à cet égard : au début, employer les modificateurs généraux, bains de mer, iodures, vie au grand air; s'ils échouent, et pour peu que les lésions soient caractérisées, il faut les enlever. Pour cela, et comme M. Verneuil l'enseigne depuis longtemps, le fer rouge me paraît préférable. Quant à la castration, il ne faut jamais la faire — sauf dans les cas rares de testicule tuberculeux ectopié à l'anneau inguinal, de dégénérescence très avancée, ou d'orchite tuberculeuse aiguë. — Le raclage, suivi de cautérisation ignée procure tout aussi bien la guérison, mieux peut-être, et a l'avantage de laisser au malade, avec une coque fibreuse, l'illusion de ce que M. Verneuil a si bien nommé : un testicule moral.

En 1889, j'ai fait un pas de plus dans cette voie. Il était alors généralement admis que le tubercule se déposait d'abord dans l'épididyme, d'où il gagnait le cordon, et secondairement la vésicule, la prostate, le testicule lui-même. On pouvait donc espérer, en opérant de bonne heure, de rencontrer un certain nombre de cas où les lésions bornées à l'épididyme et au canal déférent, laissaient indemne la glande elle-même. Je proposais donc, dans une leçon clinique, de se borner, dans ces cas, à une simple épididymectomie, avec résection plus ou moins étendue du cor-

don. Cette opération a été pratiquée avec un plein succès le 22 mars 1889, et l'observation a été publiée *in extenso* par M. Métaxas-Zany, mon chef de clinique (Voir *Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu de Marseille*, t. I, p. 99). J'ai répété depuis cette opération.

Depuis cette époque, une notion nouvelle a été introduite par Lancereaux et Guyon. Les résultats des autopsies, d'accord avec ceux d'un examen clinique minutieux, tendent à établir que ce n'est pas l'épididyme qui est le siège initial de la tuberculose génitale, mais bien la vésicule séminale. « *Je déclare*, dit Guyon, que loin d'être isolée dans les épididymes, la tuberculose génitale n'y existe pour ainsi dire jamais seule, et que, de l'ensemble de mes investigations, résulte que c'est dans les vésicules séminales que l'on surprend ses premières manifestations. L'invasion de l'appareil se ferait donc du dedans au dehors comme dans l'orchite, et non du dehors au dedans. »

Je ferai remarquer, en passant, que cette doctrine, si formellement exposée par Guyon et Lancereaux, tendrait à appuyer l'opinion qui regarde le coït impur comme cause originelle de la tuberculose génito-urinaire, et de l'orchite vénérienne.

S'il est vrai que la vésicule correspondante soit toujours la première atteinte, il y a évidemment avantage à l'enlever, si faire se peut, non seulement quand le toucher la montre gonflée et rénitente, mais dans tous les cas de tuberculose génitale.

C'est ce qu'a déjà fait Roux (de Lausanne). Au dernier Congrès de chirurgie, il a communiqué deux observations de castration suivie de résection de la vésicule séminale correspondante. Pour cette dernière intervention, il a pratiqué une taille périnéale. Je crois qu'on peut y arriver par une voie tout aussi sûre et qui n'amène pas de délabrements aussi étendus. Voici quel est le manuel opératoire que je propose :

On commence par l'incision de la vaginale, comme pour la cure radicale de l'hydrocèle. Le testicule, mis à nu, est examiné, respecté s'il est sain, curé et cautérisé, s'il est malade. L'épididyme est ensuite détaché avec soin de bas en haut, et le canal déférent soigneusement isolé. L'incision des téguments est alors prolongée jusqu'à l'orifice inguinal. On tire alors progressivement sur le canal, comme on le fait sur le ligament rond dans l'opération d'Alexander, et on effondre peu à peu avec l'index la paroi postérieure du trajet, en se guidant sur la saillie de ce canal. On peut aussi inciser, si c'est nécessaire, un des piliers de l'anneau. On arrive ainsi rapidement à décoller le cordon en suivant les parois latérales de la vessie. Le doigt reconnaît bientôt la base de la prostate et au-dessus la vésicule qu'il accroche et détache. Il faut prendre garde à ce moment de ne pas tirer trop fort sur le cordon qui se rompt facilement à son abouchement sur la vésicule, ce qui m'est arrivé plusieurs fois à

l'amphithéâtre. Si l'ablation de la vésicule offre quelques difficultés, ou laisse quelques débris, il sera facile de les enlever à la curette.

Obs. — J'ai pratiqué cette opération il y a une douzaine de jours. Il s'agissait d'un homme porteur d'une fistule tuberculeuse, aboutissant à la tête de l'épididyme, qui avait été traitée par des injections de naphtol camphré. J'ai suivi le manuel indiqué plus haut, mais j'ai été obligé de sectionner le pilier interne de l'anneau, que j'ai ensuite suturé solidement à la soie. Tout l'épididyme était pris, gros, bosselé, très adhérent au testicule; il fut détaché avec quelques difficultés. Je voulus, en terminant, enlever complètement le trajet fistuleux qui aboutissait à la tête de l'épididyme. Cela fait, je m'aperçus que le testicule ne tenait plus que par quelques tractus celluleux, et que notamment l'artère spermatique devait avoir été coupée bien que ne saignant pas. Je me décidais donc à enlever ce testicule bien à contre-cœur, car il paraissait entièrement sain. Aussi quel ne fut pas mon étonnement lorsque, à la coupe, je constatais qu'il était criblé de tubercules nus, ayant l'aspect et la grosseur de grains de semoule. Quant à l'épididyme, il était farci de tubercules caséeux.

Ce fait est de nature à apporter quelques restrictions à la doctrine que j'ai soutenue contre la castration, sauf les cas que j'ai mentionnés : le testicule tuberculeux ectopié à l'anneau, qui est excessivement rare; la fonte tuberculeuse, où l'on peut encore parfois se borner à un curage suivi de cautérisation, laissant un noyau scléreux qui donne l'illusion si précieuse du testicule moral, comme l'a si bien appelé M. Verneuil, et enfin l'orchite tuberculeuse aiguë, rare également, mais dont un exemple s'est présenté dernièrement dans mon service. Le diagnostic en est souvent difficile, au point que dans le cas dont il s'agit, elle avait été prise par un chirurgien autorisé et expert en la matière, pour une orchite vénérienne. Le testicule, enlevé par M. le Dr Benet, se montra farci de tubercules.

Mais il y avait là des signes marqués de réaction. Au contraire, l'évolution avait été entièrement indolente dans le cas relatif à mon opération d'épididymectomie et de résection funiculo-vésiculaire, et je répète que l'aspect extérieur du testicule, la vaginale ouverte, était celui du testicule sain. Certainement je ne l'eusse pas enlevé, sans l'accident opératoire qui m'y a forcé. Je continue à croire, néanmoins, que ce sont là des faits exceptionnels, et que la grande majorité des affections tuberculeuses des glandes séminales peuvent guérir par l'ablation de l'épididyme, du cordon et de la vésicule correspondante, quand elles sont prises à temps. Dans les cas rares où la tuberculose méconnue du testicule continuerait à évoluer, on pourrait toujours faire soit le grattage, soit la castration secondaire.

M.° L. AURIOL

à Arles-sur-Rhône.

TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE PAR LES INHALATIONS D'ACIDE SULFUREUX RÉSULTATS OBTENUS DE 1883 A 1891

— Séance du 19 septembre 1891 —

J'ai l'honneur de faire connaître les résultats que j'ai obtenus dans le traitement de la tuberculose, par les inhalations d'acide sulfureux, pendant une période de huit ans, de 1883 à 1891.

Permettez-moi tout d'abord de vous dire comment le hasard m'a conduit à essayer ce mode de traitement employé autrefois; mais abandonné.

Ayant observé, vers 1876, à Castres (Tarn), une usine dans laquelle de nombreux ouvriers et ouvrières étaient employés au *brûlage* de la chaîne coton des vieux chiffons de laine par l'acide sulfurique, j'eus l'occasion de constater les effets bienfaisants de l'atmosphère chargée d'acide sulfureux dans lequel séjournaient un certain nombre de phtisiques auxquels je donnais des soins.

Quelques-uns de ces ouvriers atteints de bronchite spécifique s'étaient trouvés améliorés après avoir travaillé quelque temps dans les chambres dites calorifères où l'on faisait sécher les chiffons préalablement trempés dans un bain d'eau additionné d'acide sulfurique et qui, sous l'influence de la chaleur, laissaient dégager de l'acide sulfureux, gaz réputé éminemment toxique et qui, loin de nuire à la santé de ceux qui y travaillaient, produisait une action bienfaisante sur ceux atteints de bronchite spécifique.

Vivement impressionné par ces faits, je me promis de vérifier sérieusement ce qu'il y avait de fondé dans les faits que j'avais observés et qui me paraissaient indéniables.

Ayant eu la bonne fortune de m'occuper de recherches bactériologiques alors que j'étais l'externe du sympathique et savant professeur Straus dans son laboratoire de l'hôpital Tenon, et au laboratoire de M. Pasteur, où le professeur Grancher poursuivait des recherches sur la tuberculose, je me mis à étudier l'action que pouvait avoir l'acide sulfureux, sur les crachats des phtisiques et sur leurs cultures.

Mes premiers essais datent de 1883 et ont été poursuivis jusqu'à ce jour. Le nombre des tuberculeux que j'ai soumis à ce traitement depuis cette époque est de 180.

J'ai consigné, en 1887 (1), les résultats que j'ai obtenus. Je vais résumer sommairement les résultats obtenus dans ma clientèle de 1883 à 1887.

Soixante-dix tuberculeux, que j'avais pu suivre pendant un temps suffisamment long, avaient été soumis à ce traitement.

Les crachats de tous ces malades renfermaient des bacilles, et des inoculations pratiquées avec des solutions de leurs crachats déterminaient la tuberculose chez des cobayes.

Parmi ces malades, trente, qui présentaient des lésions tout à fait au début, avaient vu la marche de la maladie s'arrêter, la fièvre, les sueurs nocturnes disparaître, l'appétit et les forces retourner. Avec cette amélioration coïncidaient: 1° la diminution, puis, beaucoup plus tard, la disparition des bacilles contenus dans les crachats examinés régulièrement tous les jours; 2° les produits de l'expectoration eux-mêmes inoculés après quelques mois de traitement et à différentes reprises, à des cobayes, ne donnaient que des résultats tout à fait négatifs; 3° les signes classiques des lésions s'atténuaient d'abord, pour disparaître plus tard, laissant subsister de l'obscurité de la respiration, de la matité à la percussion, les foyers caséeux subissant la transformation fibreuse.

Vingt autres malades ayant des lésions plus avancées ont retiré passagèrement quelques avantages du traitement, mais pour diverses causes l'ont suivi irrégulièrement; tous ces malades s'accordent à reconnaître qu'ils en ont retiré de sérieux avantages. Il y en a deux, parmi ces vingt, que je considère comme guéris et que je revois de temps à autre; à la moindre menace, ils reprennent d'eux-mêmes le traitement.

Les vingt derniers, dont l'état ne laissait aucun espoir en raison de l'étendue des lésions et souvent de la généralisation de la maladie à divers appareils, n'en ont retiré aucun avantage et ont succombé.

Un seul d'eux, porteur d'une vaste caverne au sommet gauche, de foyers de ramollissement tant à droite qu'à gauche, et d'un abcès froid de la cuisse, a vu la marche de l'affection sommeiller sous l'influence du traitement combiné des vapeurs d'acide sulfureux et des injections locales d'éther iodoformé. Ce malade, que j'ai suivi pendant deux ans, a eu des hauts et des bas pendant sa maladie, mais a toujours été amélioré par le traitement. Je l'avais perdu de vue, quand un de ses frères m'apprit sa mort.

Il avait cessé depuis longtemps le traitement pour suivre celui qui lui avait été conseillé, et consistant en cautères nombreux à suppurer destinés, d'après les théories du médecin, à faire sortir *le mauvais sang et les humeurs rentrées provenant d'un rhume négligé*.

Ce malade avait eu de l'anasarque et présenté des symptômes urémiques

(1) *Traitement de la phtisie par l'acide sulfureux*. Nîmes, 1887.

et avait succombé tant aux progrès de la maladie qu'à la dégénérescence amyloïde du rein admirablement secondée par la suppuration soigneusement entretenue de ses cautères.

Je parle ici à dessein de dégénérescence amyloïde, car je suis fondé à croire, d'après un certain nombre de faits, qu'elle est favorisée par l'application de cautères à suppuration prolongée que certains médecins, imbus des idées humorales anciennes, appliquent religieusement et avec une confiance digne de meilleurs résultats, à tous leurs tuberculeux.

Ce mode de traitement a été également expérimenté sur des cobayes tuberculisés par l'introduction, dans les voies respiratoires, de crachats desséchés et pulvérisés provenant de phtisiques (besogne dangereuse et surtout répugnante qui exige pour l'opérateur les plus grandes précautions.)

En choisissant la voie pulmonaire, je voulais éviter la tuberculisation de ces animaux par des inoculations sous-cutanées, redoutant de créer par la voie lymphatique, une infection généralisée, comme cela m'est arrivé maintes fois au début de mes recherches, et sur laquelle le traitement sulfureux n'a aucune action.

Les résultats que j'ai obtenus ont été des plus remarquables : les animaux soumis aux inhalations intensives du gaz sulfureux ont cessé rapidement de maigrir, et chez ceux que j'ai sacrifiés assez longtemps après les avoir soumis au traitement, j'ai retrouvé les anciens foyers de caséification transformés en grande partie, quelquefois entièrement en tissu fibreux.

Je ferai observer que, pour arriver à ces résultats, c'est-à-dire à la sclérose des foyers caséeux chez les cobayes rendus tuberculeux, il faut pousser les inhalations d'une façon brutale, sans quoi les résultats sont à peu près nuls.

Ce fait doit être attribué au peu d'activité de l'expansion pulmonaire de ces animaux, chez qui les inspirations sont très fréquentes, mais par contre très peu profondes. On est alors obligé de pousser très activement les inhalations, ce qui est loin d'être nécessaire chez l'homme et chez les animaux à respiration profonde. Ainsi, chez l'homme, on hâte les résultats en recommandant au patient de faire de larges et profondes inspirations pendant la durée des séances.

A la suite de ce mémoire, communiqué à M. Dujardin-Beaumetz, alors médecin de l'hôpital Cochin, ce savant clinicien fit opérer des recherches par un de ses élèves, le Dr Dariex, qui en a fait l'objet de sa thèse inaugurale (1). Les recherches furent faites sur des malades de l'hôpital, mes travaux antérieurs et mes observations furent mis à contribution et, dans

(1) *Traitement de la tuberculose par les inhalations et les injections hypodermiques d'acide sulfureux*, Paris, 1887.

ses conclusions, Dariex reconnaissait le grand avantage et les bienfaits que l'on retirait de la médication par les inhalations d'acide sulfureux.

Je ferai cependant observer que ces recherches n'ont pas amené des résultats tout à fait conformes aux miens; elles portaient, en effet, sur des malades d'hôpital et, par suite, sur une classe de malades se trouvant dans les plus mauvaises conditions. Elles ont été, en outre, continuées pendant un laps de temps trop court pour permettre de tirer d'elles de légitimes déductions.

Vous en voyez cependant les heureux résultats consignés dans les conclusions de cette thèse et qui sont, à peu de chose près, conformes à ceux que j'ai obtenus moi-même dans ma clientèle, de 1887 à 1891.

De 1887 à 1891, j'ai soumis à ce traitement une nouvelle série de cent dix malades porteurs de lésions tuberculeuses plus ou moins avancées. Sur ce nombre, soixante n'ont pu continuer le traitement pour diverses causes. J'ai pu suivre, avec toute la rigueur voulue, l'observation de cinquante malades.

Dans ce nombre, cinq sont morts des progrès incessants de la maladie. Parmi les quarante-cinq qui ont été ou sont encore en traitement, il y en a dix qui ne conservent leur santé qu'en continuant le traitement ou tout au moins en le reprenant à la moindre menace (anorexie, toux, fièvre, sueurs nocturnes).

Les trente-cinq autres vivent à peu près de la vie ordinaire et n'ont plus éprouvé aucun accident. J'ajoute que je ne considère comme phtisiques que ceux chez qui j'ai pu constater la présence de bacilles dans les crachats, ou bien, à défaut de cette constatation qui n'est pas toujours facile, la tuberculose provoquée chez des cobayes par l'inoculation de leurs crachats, le cobaye étant un des réactifs des plus sensibles pour le développement de la phtisie, qui évolue rapidement chez ces animaux.

Les cas les plus heureux se sont produits chez les tuberculeux peu avancés, que ces malades fussent ou non fébricitants. Quant à ceux qui sont à une période plus avancée de la maladie, le traitement ne donne que des résultats peu durables, surtout si on éprouve de la résistance à les soumettre en même temps au gavage en cas d'anorexie et d'extrême débilitation.

Parmi les nombreuses observations que j'aurais à vous rapporter, j'en prends trois des plus intéressantes:

Observation I.

Bronchite tuberculeuse à la dernière période; séjour prolongé dans une atmosphère chargée de vapeurs d'acide sulfureux; santé relative conservée depuis.

Femme F., de Castres (Tarn), âgée de trente-six ans. Père mort à trente-cinq

ans, resté huit mois malade; toussait, avait craché du sang. Mère bien portante. Deux sœurs mortes: l'une, à douze ans, de méningite tuberculeuse; l'autre, à vingt-deux ans, de tuberculose, après dix-huit mois de maladie.

La malade a deux enfants qu'elle a allaités; l'un d'eux est mort à dix-huit mois de convulsions; depuis qu'elle a sevré le dernier à huit mois, ne pouvant plus nourrir, elle a perdu l'appétit, sue la nuit et a maigri considérablement.

Les conditions matérielles de son existence sont des plus mauvaises. L'examen pratiqué nous a révélé: matité dans les deux sommets, plus accusée à gauche; craquements humides dans les deux sommets; expectoration puriforme; fièvre le soir; doigts hippocratiques, aménorrhée, en un mot tous les signes de la tuberculose à une période avancée de la deuxième période.

Elle rentre, après une amélioration, dans l'usine dont nous avons parlé, et séjourne une partie de la journée dans une chambre remplie de vapeurs d'acide sulfureux. Les premiers jours, elle éprouve des phénomènes très pénibles (sensation de constriction et d'étouffement, quintes de toux, etc.); elle fait tous ses efforts pour y résister, le travail étant bien payé. Peu à peu elle s'y habitue et deux mois après, d'un travail à peu près continu dans cette usine, cette femme vient nous apporter son enfant malade. Nous sommes frappé de son embonpoint et de sa fraîcheur contrastant avec son état à l'entrée dans cette usine (la température moyenne de ces calorifères est d'environ 35 à 40°); elle nous raconte que, depuis qu'elle travaille dans l'air chaud saturé presque d'acide sulfureux, sa bronchite s'est améliorée, qu'elle ne tousse plus, qu'elle ne transpire plus la nuit et que l'appétit est revenu impérieux.

L'examen de cette malade nous révèle à cette époque: une obscurité complète du murmure vésiculaire, de la matité dans les deux sommets. Absence de tout bruit pathologique. Plus de toux, plus de sueurs nocturnes, expectoration presque insignifiante.

Pendant deux années, nous avons suivi cette malade, dont l'état s'est maintenu excellent, et dont l'embonpoint a doublé.

Actuellement, cinq ans après, je viens d'avoir de ses nouvelles: la santé s'est maintenue intacte.

Réflexions. — Il est certain, quoique l'examen des crachats n'ait pas été pratiqué, que cette malade était atteinte de tuberculose et à une période assez avancée; que, sous l'influence des émanations continuelles de l'acide sulfureux auxquelles elle était soumise, les cultures qui s'étaient formées tout d'abord dans les deux sommets du poumon sont devenues stériles; que la matité, qui persiste, ainsi que l'obscurité de la respiration, doivent être attribuées à la transformation fibreuse des foyers caséeux, et que l'état général s'est relevé sous l'influence de cette médication de hasard.

Observation II.

Bronchite bacillaire. Traitement par les inhalations d'acide sulfureux; rechute, reprise du traitement; guérison maintenue depuis cinq ans.

Femme C., trente ans, habitant Bellegarde-du-Gard, née de parents bien portants; un frère mort de bronchite spécifique à vingt-huit ans. Pas de maladies antérieures; sujette aux bronchites à chaque changement de saison; bonnes conditions sociales; exposée, de par sa profession, aux changements brusques de température; deux enfants bien portants.

En 1886, premiers symptômes. Anorexie, dysménorrhée, fièvre vespérale, toux, sueurs nocturnes, amaigrissement. Examen à peu près négatif, à part un peu d'obscurité du murmure vésiculaire et un peu d'obscurité du son à la percussion ; expectoration muqueuse blanche, pas de traces de bacilles à l'examen, ne communiquant pas la tuberculose à des cobayes auxquels on pratique des injections de ces crachats dilués dans de l'eau.

Malgré tous nos soins, l'état général de la malade continue à s'aggraver et deux mois après le début, la fièvre hectique continue, la température atteint 38°5 tous les soirs ; l'amaigrissement a fait des progrès, la toux est quinteuse et suivie de crachats jaunâtres renfermant parfois des filets de sang. L'examen des crachats révèle la présence de bacilles en nombre variable; inoculés à des cobayes, ils amènent au bout de deux mois des résultats positifs. La malade est soumise au traitement créosoté qu'elle ne peut supporter ; l'appétit est nul. Le poids de la malade est de 42 kilogrammes.

Malgré la fièvre, elle est soumise aux inhalations sulfureuses, cinq minutes par séance, deux fois par jour. Progressivement, on arrive à une durée d'une demi-heure par séance, trois fois par jour. Elles sont bien supportées et faites régulièrement. Vers le milieu du troisième mois, et sans autre médication que le gavage deux fois par jour au moyen de la sonde, l'appétit revient, la fièvre s'atténue, les sueurs sont moins abondantes, les crachats plus faciles et renferment par moments des stries sanguinolentes.

Le traitement est continué sans interruption pendant cinq mois. A cette époque, l'état de la malade est plus satisfaisant ; elle a augmenté de 500 grammes. La matité du sommet droit persiste encore et donne à l'oreille des bruits de craquements humides. Les crachats renferment encore des bacilles.

Le sixième mois, les règles se rétablissent, mais sont peu abondantes et difficiles.

Le traitement est toujours continué et nous arrivons au huitième mois. L'amélioration se continue : le poids, qui était de 42 kilogrammes, est arrivé à 45 kilogrammes; l'appétit est impérieux, et la malade peut reprendre ses travaux.

A l'auscultation de la poitrine, on trouve: zone sonore en avant et, tout autour, un peu de matité. Souffle caverneux au même endroit; en arrière, matité, respiration rude, mais mieux entendue qu'avant. Expectoration presque nulle, excepté le matin, où, après quelques quintes de toux, elle rend quelques crachats spumeux. Pas de traces de bacilles dans les crachats ; l'inoculation, plusieurs fois répétée à des cobayes, reste négative. La malade continue le traitement, mais en se reposant de temps à autre. La santé s'est maintenue parfaite jusqu'en 1889, époque à laquelle elle vient me consulter à Arles. Elle éprouve les mêmes symptômes que la première fois. Malgré cela, son poids s'est maintenu ; elle a même gagné 2 kilogrammes depuis sa dernière maladie. Reprise des inhalations faites d'une manière intensive, pas de gavage, l'appétit étant conservé. Au bout d'un mois de traitement, tout rentre dans l'ordre. L'examen des crachats pratiqué plusieurs fois est négatif. Depuis cette époque, l'état de la malade est resté excellent.

Réflexions. — Je considère cette malade, qui a fait une caverne et qui a pu faire les frais de la poussée de ramollissement et d'élimination comme ayant été sauvée d'une mort certaine par les inhalations d'acide sulfureux et sous l'influence desquelles fièvre, sueurs, toux et anorexie

ont disparu sans qu'elle ait suivi un autre traitement. Je ne parle pas du gavage, qui a été un auxiliaire du traitement, mais qui, seul, aurait été insuffisant.

OBSERVATION III.

Bronchite bacillaire première période, marche subitement enrayée par les inhalations; état parfait de santé se maintenant depuis huit mois.

G., trente-cinq ans, sans antécédents, trois enfants bien portants, toujours d'une bonne santé.

Dans les premiers jours de février, la malade est prise d'une toux sèche, de fièvre plus accusée le soir, de sueurs nocturnes, d'anorexie et d'un état général grave.

L'auscultation ne révèle que quelques râles de bronchite plus accusés dans les deux sommets. Tous les soirs, la température s'élève à 38° 5 ; le matin, elle est inondée de sueurs.

Vers la fin de février, après une quinte de toux, elle vomit une gorgée de sang; très effrayée, elle exige que je la voie plusieurs fois par jour. Les crachats examinés renferment des bacilles. Poids: 39 kilogrammes.

Nous la soumettons immédiatement aux inhalations sulfureuses, que la malade supporte admirablement, et nous pouvons arriver, au bout de peu de jours, à faire supporter des séances de une heure chacune.

Le premier effet est de faire tomber la fièvre et de faire revenir l'appétit. Peu à peu la toux devient moins fréquente et les crachats sont blanchâtres et ne renferment plus de bacilles le dixième jour.

Ce traitement brutal, que la malade s'impose avec rage, est continué pendant deux mois sans autre médication. A la fin du deuxième mois, le poids a atteint 41 kilogrammes.

L'auscultation de la poitrine accuse une obscurité du murmure vésiculaire avec une matité légère.

Au mois de septembre, la malade, de retour d'un voyage en Suisse, vient nous voir ; sa figure est méconnaissable, elle dévore, est bien réglée, ne tousse plus, et pèse 44 kilogrammes, gagnant 1 kilogramme sur son ancien poids. Elle continue les inhalations tous les jours.

La rapidité de l'action de la médication doit être imputée à la vigueur avec laquelle la malade a mené le traitement, qu'elle poussait presque jusqu'à l'intoxication dans les premiers jours.

Voyons, à présent, les résultats généraux que j'ai obtenus avec les inhalations d'acide sulfureux.

Sur cent quatre-vingts malades soumis à ce traitement, nous comptons soixante-cinq améliorés et pouvant être considérés comme guéris.

Quatre-vingt-dix ont été améliorés, mais ont rechuté et n'ont pu être suivis pendant un temps suffisamment long.

Vingt-cinq ont succombé depuis, après avoir suivi peu de temps le traitement, soit qu'ils n'aient pu le supporter, soit qu'ils aient vu survenir des complications qui n'ont pas permis de le faire.

Je dois dire que je ne considère pas les soixante-cinq comme guéris malgré qu'ils vivent de la vie commune et que leur santé se soit mainte-

nue intacte depuis qu'ils ont été soumis à ce traitement, que la plupart du temps quelques-uns d'entre eux continuent ou reprennent par intervalles.

Quand il s'agit de phtisiques, il faut être très prudent avant de prononcer le mot de guérison. Car souvent tel malade dont l'état s'était maintenu pendant six mois, un an, rechute et succombe aux progrès du mal.

Cependant, pour un grand nombre de mes malades, en raison du temps qui s'est écoulé depuis le début du mal et les résultats acquis à la suite du traitement, la santé qui est demeurée intacte pendant cinq, quatre, trois et deux ans, n'ai-je pas le droit de les considérer comme guéris?

De toutes les publications parues jusqu'à présent sur ce sujet, je n'en trouve aucune qui donne une statistique portant sur une durée de traitement aussi longue que la mienne.

Les essais qui ont été faits dans les services hospitaliers, et dont j'ai lu les récits, n'ont jamais eu une durée semblable pareille à la mienne, qui a une moyenne de six mois. Au reste, les faits ne seraient nullement comparables entre eux. On pourrait m'objecter que l'évolution de la tuberculose a été momentanément suspendue et qu'elle peut reprendre sa marche. Je ne le nie pas, mais la statistique et les faits que je présente me permettent d'affirmer que les inhalations d'acide sulfureux ont une influence favorable des plus évidentes dans la tuberculose pulmonaire.

Comment agit cette médication? on ne peut qu'émettre des hypothèses; mais ce que nous savons, c'est que, sous l'influence de ce traitement, les symptômes les plus pénibles tombent dans presque tous les cas lorsque la maladie est peu avancée. Mais c'est surtout tout à fait à la période de début que l'on a le plus de chances de guérison ou, si l'on veut, d'amélioration.

En étudiant les faits rapportés dans les observations, on trouve qu'une des manifestations les plus sûres et les plus rapides du traitement est le retour de l'appétit accompagné de la chute de la fièvre. Par quelle action pourrait-on expliquer ces deux faits? L'hypothèse la plus vraisemblable est celle qui consiste à considérer l'action de l'acide sulfureux sur le sang au contact duquel il se trouve dans la vaste surface du poumon. Les ptomaïnes sécrétées par les bacilles, qui sont une des causes de la fièvre, seraient détruites et permettraient à l'organisme de soutenir la lutte dans de meilleures conditions. Le retour de l'appétit s'est manifesté rapidement après les premières séances d'inhalations; cependant, chez quelques malades ayant des troubles digestifs, il a été nécessaire de modifier par un traitement topique la muqueuse de l'estomac; dans les cas avancés de restaurer les forces par la suralimentation, précieux moyen si bien recommandé par M. Debove pour permettre plus tard au traitement d'être supporté.

L'augmentation de poids marche en général parallèlement avec le retour de l'appétit et la cessation de la fièvre. L'accroissement du poids chez quelques-uns de nos malades a atteint huit kilogrammes.

J'ai noté également, dans toutes mes observations, la disparition des sueurs nocturnes avec cette particularité qu'elles disparaissaient lentement et progressivement.

Jamais nous n'avons observé d'hémoptysies, bien que les malades pénétrant pour la première fois dans la chambre d'inhalation eussent des quintes de toux très pénibles et très fréquentes. Nous croyons attribuer ce fait à l'action coagulante de l'acide sulfureux sur le sang, comme l'établit l'expérimentation.

Les malades accusent tous une diminution de la dyspnée et respirent plus librement à la sortie de la chambre d'inhalation.

La toux et l'expectoration sont deux symptômes qui sont heureusement influencés par le traitement. Si, dès le début, la toux et l'expectoration sont plus abondantes, elles ne tardent pas à disparaître au bout de quelques séances. Quand nous voyons les phénomènes d'irritation trop vifs et trop pénibles se produire au début des séances, nous faisons ajouter au soufre une certaine quantité de poudre de benjoin et de poudre d'opium qui atténuent, dans une certaine mesure, les effets du gaz sulfureux.

J'estime inutile de parler des effets favorables de la médication sur l'état général, et sur la modification des signes physiques. Ces faits ont été suffisamment signalés dans les observations que j'ai rapportées. Le fait le plus saillant est la persistance de la matité et de l'obscurité de la respiration aux points atteints; cela doit être attribuée à la sclérose du tissu pulmonaire, seul mode de guérison des îlots caséeux.

J'ai noté, au bout d'un certain temps, la disparition des bacilles et la non-virulence des crachats, mais longtemps après, habituellement quatre à cinq mois après, quand ce traitement avait été conduit activement.

Cette action de l'acide sulfureux sur les crachats peut du reste être constatée facilement et sans avoir besoin d'un outillage spécial. Prenez des crachats d'un phtisique dans lesquels vous constatez nettement la présence de nombreux bacilles; soumettez-les, sous cloche et pendant deux jours, à l'action intensive du gaz sulfureux jusqu'à ce qu'ils aient pris une réaction franchement acide; inoculez-les à des animaux sensibles à la tuberculose, vous n'obtiendrez jamais que des résultats négatifs.

Je vous ai montré l'action du gaz sulfureux sur les malades atteints de tuberculose, traitement toujours bien supporté à la période du début; mais je dois ajouter que, seul, ce traitement ne suffirait pas à guérir la phtisie, il faut aussi soigner l'état du malade.

Une excellente hygiène et une alimentation suffisamment réparatrice sont indispensables. Le tuberculeux, amélioré à la suite d'un traitement

même assez long, est un être vulnérable, il résistera facilement tant qu'il se trouvera dans des conditions favorables; mais que son organisme vienne, pour une cause quelconque, à être appauvri, surmené, qu'il vienne à être atteint de misère physique ou physiologique, la maladie qui sommeillait chez lui se réveillera encore.

C'est une des raisons qui me rendent les recherches que l'on poursuit dans les hôpitaux tout à fait suspectes, car la clientèle de ces établissements se trouve à la sortie dans les mêmes conditions qu'auparavant. J'avoue, du reste, n'avoir obtenu les heureux résultats que je vous ai fait connaître que chez des malades vivant dans des conditions d'aisance relative leur permettant de vivre d'une manière toute particulière; il ne sera jamais possible d'obtenir pareille condition pour tous les tuberculeux, — à moins que les chercheurs du nouveau siècle ne nous révèlent cette panacée miraculeuse qui nivellerait l'inégalité des conditions sociales.

M. L.-H. PETIT

Bibliothécaire adjoint de la Faculté de Médecine, Secrétaire général de l'Œuvre de la Tuberculose, à Paris.

LE PRONOSTIC ET LE TRAITEMENT DE LA TUBERCULOSE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Dans le compte rendu des communications faites au *Congrès pour l'étude de la tuberculose*, relatives au traitement, compte rendu que j'ai rédigé en vue de la présente session du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des sciences, j'ai résumé brièvement les moyens que nous avions à notre disposition pour combattre cette affection. Ce résumé, comme vous avez pu le voir, est dépourvu de tout commentaire. Je voudrais donc aujourd'hui vous dire en quelques mots quelle a été — après l'étude approfondie de ces documents, l'examen des malades qui ont passé sous mes yeux, les conversations que j'ai eues avec diverses personnes qui ont une grande expérience et une grande compétence dans la question, — quelle a été, dis-je, mon impression, et quelle est mon opinion sur la manière dont on peut actuellement traiter les tuberculeux.

Il faut d'abord faire une distinction entre les tuberculeux; car, bien qu'ils puissent être tous considérés, à mon avis, comme atteints d'une intoxication générale de l'organisme, quel que soit le siège de la lésion qui

attire l'attention, je crois qu'il faut mettre complètement à part la tuberculose pulmonaire. C'est de celle-ci dont je vais m'occuper plus spécialement.

On a l'habitude, mauvaise suivant moi, de ranger les tuberculeux pulmonaires en trois catégories, suivant que leurs lésions sont à la première, à la seconde ou à la troisième période. C'est sur cette division qu'on base en général la curabilité et le traitement de la phtisie. Je crois que c'est un grand tort et qu'il n'est guère possible d'apprécier la curabilité de la phtisie en s'appuyant exclusivement sur cette division par trop simple, adoptée encore dans les statistiques les plus récentes.

Sans doute, il faut tenir compte de l'étendue des lésions pulmonaires et de celles des autres organes; et je dois même dire tout d'abord que dans l'évaluation de la curabilité, il faut faire une première division entre les malades qui, par l'étendue des lésions viscérales dues aux intoxications secondaires, leur état cachectique, leur affaiblissement physique et moral, ne permettent aucun espoir, et ceux qui, présentant des conditions meilleures, inverses si l'on veut, laissent au médecin l'espoir de mener à bonne fin leur cure. Assurément, il faut soigner tous les phtisiques, aussi bien les cachectiques que les non-cachectiques, mais c'est de ces derniers seulement qu'il faut tenir compte lorsqu'il s'agit d'évaluer la curabilité. On ne peut que soulager les premiers. Il est certain, du reste, que de jour en jour les cachectiques seront de moins en moins nombreux, parce qu'on les soignera plus tôt et d'une manière plus efficace.

Mais, ceci admis, voici les bases sur lesquelles je crois qu'il faut asseoir ce pronostic de curabilité :

1° L'état constitutionnel du malade, c'est-à-dire le terrain sur lequel s'est implanté et s'est développé le bacille tuberculeux;

2° L'état de ses organes;

3° L'état de son moral;

4° Le milieu dans lequel il vit et dans lequel on le soigne.

En d'autres termes, il faut tenir compte de l'état général et de l'état organique du malade, et du milieu dans lequel il se trouve.

Permettez-moi d'entrer dans quelques développements sur ces différents points.

I. — J'ai mis en tête *l'état constitutionnel* du malade parce qu'il me semble que, toutes choses égales d'ailleurs, c'est là l'élément le plus important de succès ou d'insuccès dans le pronostic et le traitement de la tuberculose pulmonaire.

Le pronostic varie du tout au tout suivant que le malade provient de parents tous deux arthritiques, ou l'un arthritique et l'autre lymphatique ou tuberculeux, ou tous deux tuberculeux, ou syphilitiques, ou alcooliques; suivant que lui-même, sain et vigoureux à sa naissance, a

vécu dans de mauvaises conditions hygiéniques qui ont longtemps affaibli son organisme ou ne l'ont affaibli que passagèrement, qu'il a contracté la phtisie accidentellement ou après d'autres affections qui y prédisposent, comme la syphilis, l'alcoolisme, le diabète ou toute autre cachexie.

Le terrain sur lequel germe et se développe le bacille tuberculeux est donc extrêmement variable ; depuis le malade né de parents arthritiques et qui n'est devenu phtisique que par une longue cohabitation avec des phtisiques, ou après une vie misérable dans un milieu insalubre, privé d'air pur, etc., jusqu'à celui qui, né de parents tuberculeux, le devient lui-même peu de temps après sa naissance, il y a de nombreux degrés intermédiaires, dont chacun représente un degré différent de gravité de l'affection.

En tenant compte de ces premières données, voici comment je classe les tuberculeux pulmonaires :

Sont dans les meilleures conditions pour guérir : 1° Les malades nés de parents arthritiques et n'ayant contracté la tuberculose qu'accidentellement; celle-ci n'a alors que peu de tendance à se généraliser ou à s'étendre localement;

2° Les malades qui, nés de parents arthritiques, sont atteints d'une diathèse épuisante, mais susceptible de guérison, comme la syphilis mal soignée;

3° Les malades nés de parents, l'un arthritique et l'autre tuberculeux, sans autre diathèse; ce sont les types des *hybrides*, comme les a si bien désignés M. Verneuil;

4° Les malades nés de souche tuberculeuse pure, ceux qu'on serait en droit de considérer comme atteints de tuberculose héréditaire, si les récents travaux de Vignal, Hutinel, etc., n'avaient fortement battu en brèche cette doctrine;

5° Les malades atteints de tuberculose alors qu'ils sont à la période de cachexie d'une diathèse grave: syphilis, diabète, albuminurie, alcoolisme, cancer, etc.

Suivant que les malades appartiennent à l'une ou à l'autre de ces catégories, la maladie peut marcher lentement ou vite, s'arrêter, rétrograder ou progresser sans cesse et arriver plus ou moins rapidement à la mort. Mais on peut dire que ceux qui appartiennent aux quatre premières catégories sont curables, avec des chances de curabilité de moins en moins grandes.

Je fais une mention particulière pour le paludisme, dont les relations pathologiques avec la tuberculose ne sont pas encore bien connues. Mais, d'après ce que j'ai vu, je crois que la cachexie palustre, à Paris du moins, constitue un bon terrain de culture pour la tuberculose, surtout lorsque la syphilis s'y mélange.

II. — *L'état des organes* doit ensuite attirer l'attention. Les organes dont

il faut tenir le plus grand compte, chez les tuberculeux, sont, après le poumon, le tube digestif, le cœur, le foie et les reins.

Je laisse de côté les lésions pulmonaires, hépatiques et rénales, dont l'importance dans l'évaluation du pronostic de la phtisie est bien connue. On sait en effet que, suivant l'étendue des lésions pulmonaires, suivant leur période d'ulcération, suivant que le foie et les reins sont ou non stéatosés, amyloïdes, etc., ce qui indique l'existence d'intoxications secondaires profondes, la phtisie est plus ou moins grave.

Je signalerai cependant l'influence des lésions hépatiques sur la production des hémorragies pulmonaires, influence qui, bien démontrée pour les élèves du professeur Verneuil, a eu comme conséquence thérapeutique l'application des révulsifs sur la région du foie, pour arrêter les hémoptysies chez les phtisiques.

Le cœur, sans être directement atteint chez les tuberculeux, n'en exerce pas moins aussi une influence considérable sur la production des hémoptysies. On a signalé, par exemple, une relation de cause à effet entre la tachycardie et l'hémoptysie, même chez les malades exempts de fièvre: Cette tachycardie indépendante d'un état fébrile chez les phtisiques, est un des phénomènes qui ont le plus frappé M. Tapret, surtout chez les malades qu'il a traités par les inhalations de vapeurs créosotées sous pression, méthode qui agit de la manière la plus favorable sur ce symptôme. Il est important de le signaler, parce que les malades qui le présentent sont, en général, dans d'assez mauvaises conditions pour guérir. Il est l'indice d'un état d'éréthisme nerveux qui favorise non seulement les hémoptysies, mais encore les sueurs abondantes et l'excès d'élimination de l'urée, causes d'affaiblissement des malades.

L'état du tube digestif doit être surveillé avec le plus grand soin. Un phtisique qui a conservé l'appétit et qui mange bien, qui digère bien, sans diarrhée, a les plus grandes chances de guérison. Aussi l'alimentation doit-elle attirer tout spécialement l'attention du médecin dans le traitement de la phtisie. Il faut la varier de mille manières capables de réveiller l'appétit, s'enquérir des goûts du malade, en faire naître d'autres, favoriser les repas, les multiplier sans encombrer l'estomac, et enfin au besoin, mais en dernier ressort, avoir recours au gavage avec la sonde, quand on ne peut faire autrement. Parfois le gavage bien fait, en rendant des forces au malade, facilite le retour de l'appétit et permet bientôt l'alimentation naturelle. Ces détails de cuisine, qui ont la plus grande importance dans le traitement de la phtisie, ne doivent pas nous paraître indignes de l'attention du médecin ni de nature à porter atteinte à sa dignité. Ils constituent une partie importante du traitement, tout autant que les moyens pharmaceutiques, et la nécessité de conserver bonnes les fonctions du tube digestif fait même que les médicaments doivent céder

le pas aux aliments et qu'il faut s'efforcer de choisir pour les médicaments une autre voie d'introduction. De là la vogue des injections hypodermiques et des inhalations médicamenteuses.

Il va sans dire que l'état du tube digestif, s'il est mauvais, mais sans altérations profondes, peut être amélioré par une thérapeutique appropriée.

III. — *L'état moral* du malade n'a peut-être pas attiré autant qu'il le mériterait l'attention des médecins; cependant, son influence sur la curabilité de la phtisie est des plus grandes. Un malade qui, sachant la gravité de son mal, a la ferme volonté de guérir, est à moitié guéri; un malade qui se croit perdu et perd toute énergie n'a guère de chances d'échapper à la mort. Il y a, à ce point de vue, chez les phtisiques, des variétés aussi nombreuses qu'au point de vue de l'état constitutionnel.

Aujourd'hui que la curabilité de la phtisie est admise par tous, qu'on sait que la phtisie guérit souvent, parfois même spontanément, il ne faut pas craindre d'éclairer les phtisiques, doués d'un moral excellent, sur la nature de leur maladie et sur la gravité de leur état. Il faut leur dire qu'ils sont phtisiques, mais il faut ajouter qu'avec des soins ils peuvent guérir, et leur affirmer que leur guérison est entre leurs mains.

Ceux qui ont un bon moral peuvent être un instant étourdis de cette révélation, mais ils ne tardent pas à surmonter la première impression et à se déclarer prêts à se soumettre à tout ce que vous leur ordonnerez. Et ils suivront vos instructions à la lettre, si vous savez leur inspirer confiance. C'est parmi ceux-là que vous aurez le plus grand nombre de guérisons. Nous connaissons tous des médecins qui ont guéri dans ces conditions.

A ceux qui ont un mauvais moral, il faut ménager la vérité. Ils perdent courage dès l'abord et ne le reprennent pas; ils se lamentent sur leur état, croient que tout est perdu, n'ont plus confiance en rien et ne font rien pour se tirer d'affaire, ou du moins rien de sérieux. Il n'y a pas grand succès à espérer dans cette catégorie de malades.

Entre les deux que je viens de prendre comme types, se placent ceux que j'appellerai volontiers les capricieux. Ceux-là veulent bien guérir, mais vite et à peu de frais. Si le traitement n'exerce pas assez vite, à leur gré, son influence, ils changent de médecin et de traitement, vont d'un médecin à l'autre en déclarant qu'ils ont tout fait sans résultat, et en quête d'un nouveau mode de traitement qui les guérisse bientôt. Il n'y a guère de bon non plus à espérer de ces malades.

Un phtisique qui veut guérir doit s'abandonner à son médecin et ne pas s'abandonner lui-même.

Le phtisique qui a le plus de chances de guérir est donc celui qui, la question d'origine mise de côté, n'a pas de fièvre, a le tube digestif, le cœur, le foie et les reins en bon état, et possède un moral excellent.

J'ajoute qu'il faudrait que le malade, pour être à l'abri de toute cause de dépression morale, pût se retirer du monde pendant quelques années, que sa vie fût assurée et qu'il n'eût qu'à s'occuper de sa guérison, sans se préoccuper de la gravité de son état, grâce à des distractions, à une occupation facile, peu fatigante, qu'à vivre à sa guise, ou plutôt à celle de son médecin, dans les conditions de milieu que nous allons indiquer.

IV. — Dire qu'il faut faire respirer aux phtisiques un air pur semble aujourd'hui, pour le médecin, presque une banalité, surtout après les articles de MM. Nicaise, Daremberg, Sabourin, Dubrandy, etc. et la communication de M. Verneuil au Congrès de la tuberculose. Mais si l'émigration de la ville à la campagne, ou à la mer, ou dans la montagne, suivant les cas, est une nécessité à notre point de vue, que de difficultés pour la faire accepter aux malades et surtout à leurs familles! Aller à la campagne, ou au bord de la mer, pour les gens du monde, c'est aller y passer deux ou trois mois par an, pendant l'été si c'est dans une région froide ou tempérée, pendant l'hiver si c'est dans le Midi. Mais c'est là une grave erreur. Ce n'est pas deux ou trois mois, mais deux ou trois années, et plus même qu'il faut s'expatrier. M. Verneuil l'a très bien dit et il ne faut pas se lasser de le répéter : un phtisique qui veut guérir doit vivre constamment au grand air, jusqu'à la guérison confirmée et au delà; un phtisique qui s'obstine à habiter la ville, ou qui y revient avant sa guérison, a d'autant moins de chances de guérison que son séjour urbain est plus fréquent et plus long.

Mais ce n'est pas tout; à côté du grand milieu général, il y a le milieu particulier à chaque malade, c'est-à-dire son appartement, sa chambre, son entourage.

La *chambre du malade* doit être disposée de façon à pouvoir être facilement aérée, à ce que l'air soit facilement renouvelé. Pas de grands rideaux de laine aux fenêtres, ni au lit, pas de papier sur les murs, pas de tapis sur le parquet, à peine une petite carpette ou une descente de lit, qu'on peut enlever chaque jour et passer à l'étuve de temps en temps; mais des murs en stuc ou blanchis à la chaux, un parquet bien ciré; les fenêtres doivent être munies d'un store, de persiennes ou de vitres à lames mobiles, pouvant livrer ainsi passage, pendant la nuit, à une quantité d'air plus ou moins grande. Le phtisique devrait habiter deux chambres contiguës, dont on aérerait largement l'une pendant qu'il se tiendrait dans l'autre. Mais tous ces détails doivent être exécutés strictement; la respiration du phtisique doit être surveillée, comme son alimentation, par le médecin; c'est là le secret des beaux succès obtenus dans les sanatoriums et dans certains de nos hôpitaux, où l'on a essayé la cure d'air dans le traitement de la phtisie.

L'entourage du malade est encore un élément qui ne manque pas de valeur dans la question qui nous occupe. Son rôle doit être de relever ou

de soutenir le moral du phtisique, autre élément dont nous avons démontré l'extrême importance. La gaieté, la distraction, l'absence de tout souci doivent faire partie intégrante de la vie du phtisique; et nous avons tous vu des malades privés d'appétit dans un milieu triste, le retrouver et manger convenablement dans une société pleine d'entrain et de gaieté; il n'y a peut-être pas de catégorie de malades pour se mettre aussi facilement à l'unisson de son entourage et en subir les impressions; il est donc de toute nécessité que celles-ci soit réconfortantes et non déprimantes.

Mais, soit dit en passant, s'il est bon d'éviter la dépression morale, il n'est pas non plus mauvais d'éviter la dépression physique; c'est pourquoi il faut préconiser le célibat aux phtisiques (du moins jusqu'à ce que la guérison semble évidente), l'abstention de tout excès, et surtout de la grossesse aux femmes.

J'aurai terminé ce que j'ai à dire sur le milieu lorsque j'aurai ajouté qu'il faut éviter à tout prix que le malade crache en dehors d'un crachoir facile à stériliser et à nettoyer. On a assez insisté de tous côtés sur l'importance de cette précaution et sur les moyens de la mettre en pratique pour qu'il me suffise de la signaler ici.

V. — J'aborde maintenant le chapitre du *traitement pharmaceutique*. Jusqu'à ce qu'on ait trouvé le vaccin du bacille de Kock, la substance capable de rendre l'organisme sain réfractaire à ce bacille et d'en débarrasser l'organisme malade, il faudra bien nous contenter de faire usage des substances que nous avons à notre disposition et qui se sont montrées efficaces contre le fameux bacille, sans être nuisibles à l'organisme.

Les deux substances qui me paraissent mériter le plus notre confiance sont la créosote et l'iodoforme, auxquels on peut adjoindre, suivant les indications, le tannin, l'arsenic, les sulfureux, les phosphates de soude, de chaux, la pepsine, etc.

L'administration de l'iodoforme n'est guère sujette à indécision; elle se fait facilement dans des cachets renfermant 5 à 10 centigrammes de substance, à prendre aux repas. Rappelons cependant que le professeur Semmola, qui a préconisé l'un des premiers l'emploi de l'iodoforme dans le traitement de la phtisie, l'administre par pilules de 1 centigramme toutes les heures.

Il n'en est pas de même de la créosote. Trois voies se disputent la faveur des médecins : la voie stomacale, la voie hypodermique et la voie pulmonaire.

La voie stomacale a encore le plus de partisans, parce qu'elle est la plus commode à employer : capsules, pilules, beurre, huile, vin créosotés pénètrent par cette voie; mais cette méthode a le grand inconvénient de fatiguer le tube digestif et d'enlever aux malades le moyen de s'alimenter.

Depuis quelque temps on emploie assez volontiers la voie rectale, qui

permet d'administrer la créosote à dose plus élevée et sans d'aussi grands inconvénients que par la voie stomacale.

La voie hypodermique, venue après celle-ci, ne compte pas encore de nombreux adeptes, malgré les succès annoncés; qu'il s'agisse d'huile créosotée, ou d'huile additionnée de gaïacol, d'iodoforme, de camphre, etc., les injections sont douloureuses, doivent être répétées quotidiennement ou même plusieurs fois par jour pendant de longs mois et il faut une grande expérience pour pouvoir les pratiquer sans accidents. De plus, il ne faut pas oublier qu'on blesse, en les faisant, un tuberculeux, et qu'on s'expose ainsi à des accidents locaux ou généraux qui, pour n'avoir été que rarement signalés, n'en surviennent peut-être pas moins assez souvent. Or, il faut éviter toute cause de souffrance et de fatigue aux phtisiques, tout ce qui est source d'épuisement nerveux.

Je me sentirais attiré davantage vers la méthode des inhalations, mise en pratique d'abord par M. Tapret, puis par M. G. Sée. Les résultats sont excellents, la méthode facile. J'ai dit que la méthode est facile, parce que, en dépit de sa complication apparente, l'appareil dont on se sert est assez simple, qu'on peut encore le simplifier beaucoup et que l'expérience a démontré que son emploi, tout mathématique actuellement, n'exige qu'un peu de surveillance et n'a les inconvénients ni de la méthode stomacale, ni de la méthode hypodermique; elle n'offre aucun danger et, de plus que les autres, elle a l'avantage de faire pénétrer directement le médicament au contact des lésions pulmonaires, d'en chasser plus complètement l'air résiduel, d'exagérer les combustions organiques. De plus elle peut suffire par elle seule à constituer tout le traitement, mais n'exclut pas les autres méthodes avec lesquelles on peut l'associer. Mais la pression est-elle bien nécessaire? M. Bouchard ne le pense pas, et d'ailleurs les résultats ont été aussi bons avec les inhalations sans pression que sous pression. C'est un point à revoir. D'ailleurs la pression pourrait être remplacée par des exercices respiratoires qui consistent essentiellement à faire de larges inspirations rythmées.

Actuellement, on peut faire inhaler de la créosote aux malades soit en la pulvérisant à l'aide de pulvérisateurs à vapeur, soit en chauffant des porolytes, espèces de plâtras imbibés de créosote en quantité dosée par le médecin, faible pour commencer, et en augmentant progressivement jusqu'à 6 ou 8 grammes dans les vingt-quatre heures. Cette dose peut paraître exagérée, mais M. Burlureaux en a injecté jusqu'à 12 grammes sans accident.

Peut-être pourrait-on faire inhaler de même d'autres substances antiseptiques pulvérisées dans la chambre des phtisiques, ou dans des chambres spéciales, en particulier l'eau chloroformée recommandée récemment par M. Desprez (de Saint-Quentin). Je cite pour mémoire l'ozone, préconisé par MM. Desnos, Labbé, Oudin, etc., l'acide fluorhydrique, qui n'a eu qu'une vogue éphémère, etc.

J'ai déjà parlé de la révulsion appliquée sur la région hépatique pour arrêter les hémoptysies. Il est un autre mode de révulsion en usage dans le traitement de la tuberculose pulmonaire. Je ne parle pas de la cautérisation avec le thermo-cautère, sur laquelle je n'ai rien de particulier à dire, mais du cautère à la potasse, dont les anciens médecins connaissaient bien les excellents effets, sans leur donner pour cela une bonne interprétation. Nous ne sommes pas beaucoup plus avancés qu'eux à cet égard, mais peut-être ces excellents effets sont-ils dus à la production de ptomaïnes dans la plaie suppurante créée par le cautère, et à leur résorption. Qui sait si la combinaison de ces ptomaïnes avec celles du virus tuberculeux n'a pas pour effet de neutraliser celui-ci? Les récents travaux sur les associations microbiennes de la tuberculose sembleraient de nature à justifier cette hypothèse.

Qui sait aussi si les bons effets de l'huile de foie de morue ne seraient pas dus également à la présence d'une ptomaïne analogue provenant de la putréfaction des foies employés pour la préparation de cette huile? A coup sûr, la même quantité d'huile pure prise par un phtisique est loin de produire les mêmes résultats (1). Cette hypothèse me paraît encore confirmée par les résultats excellents obtenus à l'aide des injections sous-cutanées d'huile de foie de morue que M. le Dr Kohos, de Manchester, m'a signalés au mois d'août dernier (voir l'*Union médicale* du 31 décembre 1891).

En résumé, le traitement des phtisiques doit comporter, dans l'état actuel de la science, l'ensemble des moyens suivants :

1° Séjour dans un milieu pur, dans des conditions climatériques appropriées, réunissant l'utile à l'agréable, c'est-à-dire un air sain et un entourage capable de maintenir le moral du malade en bon état.

2° Alimentation reconstituante et abondante, dont la viande fraîche, bien préférable à la poudre de viande, doit faire les principaux frais. La meilleure forme est la viande râpée, réduite en pulpe, qu'on peut préparer et assaisonner de mille manières, la mélanger au bouillon, aux purées de légumes, etc. On peut en faire prendre ainsi 800 grammes par jour aux malades.

3° Donner de la créosote, soit en inhalations, comme nous l'avons dit, soit en injections hypodermiques (huile créosotée, huile et gaïacol iodoformé), soit à l'intérieur lorsque cela est possible, à la dose moyenne d'un gramme par jour, non en capsules préparées longtemps à l'avance et qui sont plus ou moins altérées, mais suivant une formule exécutée par un bon pharmacien et renouvelée aussi souvent qu'il sera nécessaire. Il faut que le médecin soit sûr de ce que prend son malade. On peut y joindre

(1) J'ai entendu émettre ces idées, comme la plupart de celles qui sont résumées dans ce travail, par mon ami M. Tapret.

d'autres substances, suivant les cas : iodoforme, arsenic, tannin, huile de foie de morue, etc.

4° Révulsion, suivant les cas, soit au niveau des lésions pulmonaires, soit sur la région hépatique.

Je ne me dissimule pas que bien des points de ce mode de traitement sont difficiles à réaliser au sein des familles : les inhalations créosotées, et même les injections, nécessitent une chambre spéciale et remplissent l'appartement d'une odeur qui n'est pas agréable; l'alimentation du malade est coûteuse, le nettoyage des crachoirs répugnant, les distractions souvent nulles; si à cela on ajoute le séjour loin des villes, loin de la surveillance du médecin qui est si nécessaire, il faut bien reconnaître que le traitement logique, efficace des phtisiques devient souvent impossible, et on se surprend à regretter qu'il n'existe pas en France, sauf une exception à peine naissante, des établissements semblables à ceux qui fonctionnent depuis longtemps déjà et avec succès à l'étranger. Et pourtant les endroits où l'on pourrait installer des établissements analogues dans notre pays sont nombreux, et ces établissements bien dirigés seraient une source immense de revenus pour la France, qui attirerait et retiendrait de nombreux malades allant maintenant dans les contrées voisines chercher la guérison de la phtisie. C'est ce sentiment qui a donné naissance au sanatorium du Canigou, à Vernet-les-Bains; il serait à désirer que beaucoup d'autres établissements du même genre, semés dans divers points de notre territoire, se fondent bientôt. Il en existe beaucoup pour les aliénés; pourquoi faire moins pour les phtisiques, qui sont bien autrement nombreux et j'ose dire bien plus intéressants, car la plupart d'entre eux sont curables et capables de donner de bons citoyens à la patrie.

Quand même on arriverait un jour, qui est peut-être encore bien éloigné, à trouver le remède tant désiré, l'antidote du virus tuberculeux, ces établissements conserveraient encore leur utilité, car la guérison des phtisiques ne sera pas réalisée *ipso facto*, parce qu'on leur aura administré une substance quelconque; si puissante soit-elle, il faudra encore qu'elle ait le temps d'agir, il faudra laisser aux lésions pulmonaires le temps de se cicatriser et à l'organisme celui de réparer ses perte. Or, tout cela nécessitera encore des soins assidus, pendant lesquels il faudra que le phtisique, alors comme aujourd'hui, reste dans la main du médecin. Qui sait, d'ailleurs, combien de temps durera la vaccination, l'immunité ainsi acquise? Et l'hygiène ne restera-t-elle pas toujours l'élément principal dans le traitement de la phtisie, le modificateur le plus efficace du terrain tuberculeux?

Un mot encore au sujet des tuberculeux non phtisiques, ceux qui sont atteints d'abcès froids, d'ostéites, d'arthrites, d'adénites tuberculeuses. Ceux-là, sans être phtisiques, sont, il ne faut pas l'oublier, des candidats à la phtisie. Indépendamment du traitement local, nécessité par leur lésion,

il faut les soumettre à un traitement général où la créosote n'a peut-être pas beaucoup à faire, quoique les faits cités par M. Burlureaux semblent démontrer le contraire, mais où tous les autres éléments : séjour au grand air, alimentation réconfortante, médication interne, surveillance continue du médecin, sont nécessaires. Les malades de cette catégorie rentrent donc, à ce point de vue, dans la classe précédente et doivent être soignés avec la même sollicitude. C'est à eux que conviennent surtout les établissements au bord de la mer, que s'efforce de développer en ce moment, avec la plus louable persévérance, l'*OEuvre des hôpitaux marins*.

M. Édouard BOINET

Agrégé des Facultés, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'ATTÉNUATION DU BACILLE DE LA TUBERCULOSE PAR LE KRISTALLVIOLET

— *Séance du 19 septembre 1891* —

Le bacille de la tuberculose se colore difficilement ; mais il garde bien sa coloration. Il se laisse assez facilement imprégner par le *Kristallviolet (Hexaméthylviolet, violet de méthyle, 6 B)*. Aussi Hermann (*Annales de Pasteur*, 1889, p. 160) conseille-t-il d'employer ce colorant, à la dose de 1 gramme pour 30 centimètres cubes d'alcool à 95°, pour la recherche du bacille de la tuberculose. Depuis 1889, nous avons songé à utiliser, pour un but thérapeutique, ces propriétés colorantes du Kristallviolet pour le bacille de Koch ; car une série d'expériences nous a démontré que, d'une manière générale, tout micro-organisme coloré a perdu presque toute sa virulence. Jœnicke (*Forschr. der Med.*, 1890, 12, p. 400 ; *Deutsch. Med. Zeit.*, 1890, 4 août) fait remarquer aussi qu'il existe un rapport direct entre l'action microbicide des couleurs d'aniline et la facilité avec laquelle les bactéries se laissent imprégner. La coloration complète des micro-organismes doit être seule regardée comme l'indice de leur mort (*in Bulletin de Thérapeutique*, 15 juillet 1891, p. 499, Égasse). Pour établir les propriétés microbicides du Kristallviolet, nous avons eu recours aux *cultures* et aux *inoculations*.

Cultures. — Les ensemencements dans l'agar-agar du *bacille de la tuberculose*, du *staphylococcus aureus* avec addition de quelques gouttes d'une solution de Kristallviolet au soixantième, sont restés stériles.

Fessler n'a obtenu aucune colonie en cultivant des microbes dans des milieux contenant un dixième de milligramme de violet de méthyle pour 5 à 8 centimètres cubes de substance nutritive.

Jœnicke, de Halle, a vu que 1 pour 2.000.000 de violet de méthyle stérilisait un tube de *staphylococcus aureus ;* il a obtenu le même résultat avec 1 pour 1.000.000 de violet sur une culture de *bactérie charbonneuse*, avec 1 pour 250.000 sur une culture de *streptococcus pyogène*, avec 1 pour 62.500 sur une culture de *bacille du choléra*.

D'après Stilling, de Strasbourg (*Berliner klin. Wochens.*, XXVIII, 531, 1890, n° 24 ; n° 11, 1891), une solution de violet de méthyle au deux millièmes empêche la putréfaction de l'extrait de viande ; si on double la quantité de couleur violette d'aniline, le développement des bactéries ne se fait plus et les microbes déjà existants sont tués. (Egasse, *loc. cit.*, p. 497.)

Inoculations. — Nous avons expérimenté l'action antimicrobienne du Kristallviolet en injectant ou en inoculant comparativement sous la peau de plusieurs séries de lapins et de cobayes des matières tuberculeuses colorées ou non.

Les quatre séries d'inoculations sous-cutanées de tubercules colorés par le Kristallviolet que nous avons faites à des lapins et à des cobayes n'ont pas entraîné la mort de la plupart de ces animaux. Un lapin a succombé; mais nous lui avions déjà injecté dans les veines une culture pure de bacille de tuberculose vingt-cinq jours avant l'inoculation sous-cutanée de tubercules colorés par le Kristallviolet. Chez les autres animaux (lapins ou cobayes), la suppuration de la plaie d'inoculation était à peine marquée et la cicatrisation était rapide. Six mois après, les cobayes vivaient encore. La moitié succombait le septième mois. Un lapin se porte bien neuf mois après l'inoculation.

Dans une autre série d'expériences, nous avons inoculé, à plusieurs reprises et sans inconvénients, sous la peau de l'abdomen de quatre lapins et de quatre cobayes, les parois des cavernes que nous avions colorées directement et *in situ* sur le cadavre de quatre tuberculeux avant d'en pratiquer l'autopsie. Cette coloration des parois des cavernes pourrait être renouvelée de la même manière sur le vivant avec la seringue de Koch ; comme les parties antérieures s'imprègnent mal de la solution de Kristallviolet, un petit appareil à pulvérisation serait préférable.

Innocuité de ces injections. — Le Kristallviolet est peu toxique, il est bien toléré par les tissus : les injections de la solution au trentième n'ont produit aucun accident soit local, soit général, chez les lapins et chez les cobayes; Stilling a pu injecter sans inconvénient, dans le tissu cellulaire sous-cutané de lapins et de cobayes, 20 centimètres cubes d'une solution de violet de méthyle à 1 pour 1.000. Des quantités notables de violet de

méthyle, injectées par Stilling dans les poumons de lapins, n'ont provoqué aucun trouble.

Nous avons fait, avec M. le Dr Roux, des injections interstitielles de Kristallviolet au soixantième dans des ganglions tuberculeux d'enfants : aucun accident n'est survenu. Les ganglions tuberculeux ont considérablement diminué de volume.

Ces injections dans les foyers de carie tuberculeuse n'ont pas été suivies d'accidents inflammatoires et elles ont produit une certaine amélioration. Enfin, la grande diffusibilité de ces solutions de Kristallviolet, que nous avons constatée à la suite d'injections intra-trachéales ou intra-pulmonaires, favorise encore l'imbibition et l'imprégnation *in situ* des bacilles de la tuberculose.

En résumé, les cultures et les inoculations, que nous poursuivons depuis dix-huit mois, établissent que le Kristallviolet diminue la virulence du bacille de la tuberculose; le peu de toxicité et l'absence de phénomènes locaux et généraux sérieux après l'injection de cette substance en autorisent l'emploi; aussi pensons-nous que les injections interstitielles que nous avons faites dans les ganglions tuberculeux et dans les tuberculoses locales pourraient être utilisées dans les lésions pulmonaires de nature tuberculeuse ; elles agiraient, dans ce dernier cas, non seulement sur le bacille de la tuberculose, mais sur la série des divers microbes associés qui existent dans les cavernes et qui contribuent à leur développement. Nous expérimentons actuellement une série de substances susceptibles de favoriser la sclérose du poumon tuberculeux. On conçoit l'avantage thérapeutique qu'il y aurait à ajouter cette action sclérogène aux propriétés microbicides du Kristallviolet.

M. le Professeur MAIRET et M. BOSC

à Montpellier.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA TOXICITÉ DES URINES PATHOLOGIQUES

— Séance du 21 septembre 1891 —

Nous avons fait une série de recherches sur la toxicité des urines des aliénés, au double point de vue du degré de toxicité et les qualités toxiques de ces urines. De nombreuses expériences que nous avons faites sur l'urine normale et dont les principaux résultats ont été consignés dans les Comptes

rendus de la Société de Biologie et dans les Archives de Physiologie nous ont fourni un terme de comparaison d'une très grande précision.

Nous avons choisi, comme sujets d'expériences, le lapin et surtout le chien et leur avons injecté par la voie intra-veineuse, des urines de malades atteints de manie, de stupeur, de lypémanie, de folie des persécutions et de démence sénile. Nos expériences à ce sujet se montent au chiffre de 77 et elles ont été faites dans des conditions telles que si les urines pathologiques donnent des résultats particuliers, ces résultats doivent être attribués à la maladie elle-même et non à une autre cause.

Les résultats que nous avons obtenus ont été variables; nous envisagerons successivement le degré de toxicité et les qualités toxiques.

A. — *Degré de toxicité.* — A part la démence nous avons constaté dans toutes les autres formes d'aliénation mentale une toxicité plus grande de l'urine. Cette toxicité a varié suivant la forme et surtout suivant l'acuité de la maladie.

Suivant la forme : La folie des persécutions, la stupeur simple nous ont paru avoir, toutes choses égales d'ailleurs, une toxicité moindre que la manie, la lypémanie, la stupeur lypémaniaque.

Suivant l'acuité de la maladie : C'est surtout à cet élément qu'il faut attribuer la plus grande toxicité des urines d'aliénés, par rapport à la normale. Ainsi, tandis que l'urine du maniaque agité est très toxique, et cela d'autant plus que l'agitation est plus marquée, l'urine des maniaques non agités n'est pas plus toxique que l'urine de l'homme sain; ainsi, encore, tandis que l'urine du persécuté non inquiet n'est guère plus toxique que l'urine normale, l'urine du persécuté inquiet devient beaucoup plus toxique.

Toutefois il n'en est pas toujours ainsi, et, dans certains cas, malgré que la maladie ait diminué d'intensité, l'urine conserve une toxicité bien supérieure à la normale. Cela se retrouve chez certains maniaques et dans la forme d'aliénation mentale qu'on désigne sous le nom de stupeur lypémaniaque.

En résumé donc relativement au degré de toxicité, les urines des aliénés se divisent en deux groupes :

1° Celles qui n'ont pas un degré de toxicité plus marqué que la normale, démence sénile, période de calme de certaines formes d'aliénation mentale;

2° Celles qui ont un degré de toxicité plus marqué que la normale. Ce dernier groupe se divise à son tour en deux sous-groupes.

a. — Suivant que la toxicité de l'urine est liée au plus ou moins d'agitation et de dépression du malade et non au fond même de la maladie;

b. — Suivant que la toxicité de l'urine persiste en dehors de l'état d'agitation et de dépression. (Stupeur lypémaniaque, certaines formes de manie).

B. — *Qualités toxiques.* — D'une manière générale, à part une plus

grande intensité, les urines des différentes formes d'aliénation mentale agissent de la même façon que l'urine normalé sur les diverses fonctions de l'économie, tube digestif, respiration, circulation, mictions, calorification et même système nerveux.

Cependant relativement à leur action sur le système nerveux, il existe des différences avec l'urine normale et, à ce point de vue, les urines pathologiques que nous avons étudiées doivent être divisées en deux groupes :

a. — Suivant qu'elles se bornent à exagérer certains symptômes que produit aussi, mais dans des proportion moindres, l'urine normale.

b. — Suivant qu'elles donnent naissance à des symptômes auquels ne donne pas lieu l'urine normale.

Dans le premier groupe, rentrent certains cas de manie et de stupeur.

Dans le second groupe, rentrent certains autres cas de manie, la stupeur lypémaniaque et la lypémanie. Ce second groupe mérite de nous arrêter; il est nécessaire que nous précisions quels sont les symptômes nouveaux que l'on constate.

Ces symptômes sont les mêmes pour une même forme d'aliénation mentale, mais différents suivant chaque forme.

Dans la *manie*, c'est de l'hyperexcitabilité musculaire et auditive, de l'hyperesthésie, un état de convulsibilité du système nerveux qu'on ne retrouve pas avec l'urine normale. Le tétanisme est poussé si loin que même lorsque l'animal est dans la résolution complète, la moindre excitation périphérique ou un bruit un peu intense suffisent pour produire des convulsions généralisés.

Dans la *stupeur lypémaniaque*, c'est un état de stupeur avec inquiétude et apeurement, qui ne dure que quelques heures, il est vrai, mais qui n'en traduit pas moins dans son expression symptomatique ce qui existe chez l'individu atteint de cette forme d'aliénation mentale. Le chien non endormi, regarde autour de lui d'un œil vague et inquiet et conserve les positions les plus diverses et les plus gênantes qu'on lui donne.

Dans la *lypémanie*, en même temps qu'une résolution beaucoup plus marquée qu'à l'état normal, on constate de l'inquiétude, de l'apeurement et de l'hyperesthésie auditive.

Nous insistons sur ces symptômes nouveaux auxquels donnent naissance les urines provenant de certains groupes d'aliénation mentale, symptômes qui peuvent reproduire, comme dans la stupeur lypémaniaque, les troubles les plus importants de cette forme d'aliénation mentale.

Tels sont les résultats auxquels nous conduisent nos recherches sur la toxicité des urines.

M. le Professeur MAIRET et M. BOSC

à Montpellier.

TOXICITÉ URINAIRE, APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES

— Séance du 21 septembre 1891 —

Les résultats auxquels nous ont conduits nos recherches pathologiques nous ont amené naturellement à nous demander si on ne pourrait pas tirer parti, au point de vue thérapeutique, des injections d'urine. Ce sont surtout les phénomènes que nous observons à la suite d'injections d'urine de malades atteints d'aliénation mentale par trouble de la nutrition qui nous ont fait nous poser cette question.

Toutefois, nous avons fait porter nos recherches sur des urines provenant de malades atteints d'aliénation mentale par troubles fonctionnels ; ce sont même ces seules urines que nous avons pu expérimenter jusqu'à présent.

Mais s'il est facile d'injecter par la voie intra-veineuse des urines à un animal, il est plus difficile de les injecter à un homme, et comme la quantité nécessaire pour produire quelque effet doit être relativement élevée, ainsi que le prouvent nos expériences, il est impossible de l'introduire par la voie sous-cutanée et bien difficile de l'introduire par le tube digestif.

Aussi avons-nous cherché à extraire des urines pathologiques les principes actifs qu'elles renferment.

Guidés en cela par nos expériences physiologiques, nous avons porté notre attention sur les matières colorantes. Ces matières préparées suivant le procédé que nous avons indiqué à propos des urines normales, nous les avons injectées à des animaux, etc., et comparé les résultats qu'elles nous ont fournis avec ceux que nous donnait l'urine. Or, il résulte pour nous de cette comparaison la conviction que les matières colorantes renfermaient bien les principes actifs de l'urine pathologique.

Ce sont donc ces matières que nous avons employées dans nos recherches thérapeutiques, et comme elles sont très solubles dans l'eau distillée, nous les avons introduites dans l'économie par la voie sous-cutanée, après nous être assurés, par des expériences répétées sur des animaux et sur l'homme sain, qu'elles ne donnent lieu à aucun accident local, et par suite, comme nous en connaissions les effets généraux par les nombreuses expériences que nous en avions faites chez les animaux, nous avons pu, sans

crainte d'intoxication locale et générale, intervenir chez l'homme malade. Et, en effet, à part un état syncopal passager, nous n'avons jamais eu d'accident et cependant, afin de pouvoir injecter une quantité suffisante de liquide à nos malades, nous étions obligés dans le courant de la journée à de nombreuses piqûres. Nous n'avons pas besoin de dire que nous prenions toutes les précautions antiseptiques nécessaires.

Nous avons ainsi expérimenté les matières colorantes de malades atteints de manie et de stupeur par troubles fonctionnels.

Les matières provenant de maniaques, nous les avons injectées tantôt à d'autres maniaques, tantôt à des malades en stupeur, les matières colorantes provenant d'urines d'individus atteints de stupeur ont été injectées à des maniaques.

Nos recherches ont porté sur trois malades. Nous résumons ci-dessous les observations de ces malades et les résultats en groupant les faits suivant les divisions que nous venons d'indiquer.

1er groupe. — *Injections de matières colorantes provenant d'urines de maniaques à d'autres maniaques.*

Nos injections ont porté sur quatre malades, et, chez la plupart, elles ont été répétées plusieurs jours de suite. Nous avons aussi injecté des quantités variables de matières colorantes. Dans un cas, nous avons injecté une quantité provenant de 100 centimètres cubes d'urine; dans un autre cas, et cela pendant quatre jours consécutifs, des quantités provenant de 400, 480 et 560 centimètres cubes d'urine.

Les effets produits ont été généralement en rapport avec la quantité de matières colorantes injectées, et, dans tous les cas, elles ont agi dans le même sens.

Ces effets n'ont eu aucune influence sur l'allure de la maladie; ils ont consisté seulement en un peu d'affaissement de quelques minutes à quelques heures de durée, en une augmentation du nombre des pulsations cardiaques, en une élévation de la température et en un léger myosis.

2e groupe. — *Injections d'urine de malades atteints de stupeur à un maniaque.*

Pendant plusieurs jours consécutifs, nous avons injecté à un malade atteint de stupeur des matières colorantes provenant de 140, 200, 450 et 500 centimètres cubes d'urines de maniaque. Comme dans les cas précédents, nous n'avons obtenu qu'une augmentation dans la fréquence du pouls, une élévation de la température de plus d'un degré et un état d'affaissement un peu plus marqué toutefois qu'avec l'urine de maniaques; mais, pas plus qu'avec cette dernière, la marche de la maladie n'a été modifiée.

3e groupe. — *Injections d'urines provenant de maniaques agités à une malade atteinte de stupeur simple.*

Dans ce cas encore, nous trouvons, comme précédemment, une augmentation de la température et du pouls; mais, à part un peu d'inquiétude passagère, la physionomie de la malade n'est pas modifiée.

Par suite, si nous envisageons dans leur ensemble les résultats que nous ont donnés les injections d'urines de malades atteints de manie et de stupeur fonctionnelle, nous sommes obligés d'avouer que ces résultats sont nuls. Les effets produits sur le cœur, la température et la pupille viennent seulement affirmer que ces matières colorantes agissent de la même façon chez l'homme et chez les animaux.

Nous indiquerons plus tard les résultats que nous donneront les injections de matières provenant d'urines de malades atteints d'autres formes d'aliénation et surtout d'aliénation mentale par troubles de la nutrition.

M. NEPVEU

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

RECHERCHES HISTOLOGIQUES SUR LA PATHOGÉNIE DU CANCER

— Séance du 21 septembre 1891. —

La cause pathogénique du cancer est encore enveloppée d'une obscurité profonde. La présence des *bactériens* a été reconnue comme un fait accidentel; sans nier celle des *psorospermies*, je déclare que je n'en ai jamais pu trouver malgré les plus minutieuses recherches. En tout cas, si elle était jamais confirmée, ce serait, ce me semble, un fait secondaire, si l'on en juge par les effets physiologiques si divers que produit la psorospermie dans les tissus animaux (suppuration, caséification, inflammation chronique et parfois hyperplasie). Des phénomènes de karyokinèse très intenses et très variés ont pu prêter à l'erreur (Kiener et Cornil); j'ai pu facilement me convaincre de leur grande importance, de la multiplicité et de la richesse de leurs formes.

J'ai surtout porté mon attention sur deux points : les corps à fuchsine et les lésions des capillaires.

Pour étudier les corps à fuchsine, après avoir fixé les éléments dans la liqueur de Fleming et durci la pièce dans l'alcool, je colore les plus fines coupes par un séjour de vingt-quatre heures dans de la fuchsine phénolée, fraîche, additionnée d'eau et fortement acidulée par l'acide for-

mique et l'acide acétique (de chaque vingt gouttes pour un verre de montre).

Les corps à fuchsine peuvent être facilement observés: ce sont de fines granulations, tantôt libres, tantôt réunies en petits amas au nombre de dix à douze et plus. Ces granulations sont arrondies et de volume variable. On les observe le plus ordinairement dans les lymphatiques ou le tissu conjonctif à la périphérie du néoplasme surtout.

Cette origine reconnaît plusieurs causes : tantôt, mais rarement, ils sont dus à la mise en liberté des noyaux prolifères des cellules blanches. On observe, en effet, assez souvent, dans les leucocytes des figures karyokinétiques déjà vues dans le sang des paludiques; tantôt ces corps à fuchsine paraissent dus à la destruction des globules rouges extravasés on non. On retrouve ainsi des figures très intéressantes assez analogues à celles qu'on observe dans l'hémoglobinhémie. Le plus souvent, ces nids corpusculaires s'observent dans les lymphatiques. On peut voir dans les cellules endothéliales des lymphatiques de très fines granulations de volume variable qui paraissent dues à une altération spéciale de la matière globulaire diffusée partout, ou peut-être à une espèce d'hyalinose comme le veulent MM. Cazin et Duplay (*Gazette médicale*, 1891).

Dans la deuxième partie de mon travail, j'étudie les altérations des capillaires sanguins qui me paraissent avoir dans le cancer une certaine importance. On y remarque surtout la karyokinèse et la prolifération des épithéliums vasculaires, la déformation consécutive du calibre vasculaire, puis les stases et les coagulations avec altérations nécrobiotiques du sang qui s'y trouve. Il est évident que le liquide sanguin n'est plus protégé par un épithélium normal, il s'altère et s'extravase facilement, et le mouvement de production cellulaire atteint un tel point que le capillaire comblé devient un centre de figure, une espèce de lobule avec ou sans corps à fuchsine. Au début de ces altérations, et par place, on voit augmenter très notablement le nombre des leucocytes dans es capillaires, avec multiplication endogène de leurs noyaux.

En résumé, sans nier absolument la possibilité de la présence de psorospermies dans les tumeurs, question dont il faut demander la solution définitive à l'expérimentation, on doit reconnaître que les corps à fuchsine sont dus soit à la destruction des globules rouges, soit à celle des globules blancs, soit et surtout à la formation dans les cellules endothéliales des lymphatiques et dans les capillaires sanguins oblitérés, de ces granulations spéciales à l'aide des matériaux dérivés du sang, grâce aux altérations des capillaires eux-mêmes.

M. Édouard BOINET

Agrégé des Facultés de Médecine, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

HÉMORRAGIE PRIMITIVE DE LA MOELLE

— Séance du 21 septembre 189 —

Dans leur mémoire publié en 1878 dans la *Revue de Médecine*, tome II, page 254, sur un cas de myélite à début apoplectiforme, MM. Proust et Joffroy disent « que l'hémorragie primitive de la moelle n'a pu être observée d'une manière incontestable depuis que l'attention des anatomo-pathologistes a été appelée sur cette question et que les faits publiés sous cette appellation ont été l'objet d'un examen rigoureux. »

Le fait suivant établit nettement l'existence de cette hémorragie primitive de la moelle, qui a eu l'aspect et l'évolution cliniques d'une paralysie ascendante aiguë.

X... d'origine italienne, vigoureux, bien musclé, âgé de cinquante-trois ans, sans antécédents morbides héréditaires ou personnels, jouissait d'une excellente santé, lorsque, le 26 juillet 1891, il commet l'imprudence de prendre un bain de mer très prolongé. Au bout de deux heures d'immersion, pendant lesquelles il plonge souvent pour prendre des moules, il éprouve, dans les deux pieds, des fourmillements assez douloureux, mais qui ne durent que quelques instants ; il lui semble, à ce moment, que la partie sous-ombilicale du corps a perdu toute sensibilité. Il insiste sur ce fait important que le tronc, les deux membres supérieurs et la face ont conservé toutes leurs fonctions sensitives et motrices. Il se hâte de sortir péniblement du bain et il ne parvient à se traîner chez lui qu'avec beaucoup de difficulté; une raideur marquée, siégeant surtout au niveau des deux articulations tibio-tarsiennes, rendait sa marche très lente et fort embarrassée.

27 juillet. — Pendant la nuit, une paralysie complète des deux jambes se produit sans troubles sensitifs. Le malade s'aperçoit qu'il articule mal, qu'il parle avec difficulté et qu'il a grand'peine à se faire comprendre de son entourage.

Dans la soirée, cette paralysie flasque, sans phénomènes spasmodiques, sans troubles sensitifs, gagne les deux cuisses; le lendemain matin, il ne peut plus soulever ses deux membres inférieurs au-dessus de son lit et il entre à l'hôpital.

28 juillet. — Nous constatons à la visite du matin, avec M. le professeur Laget, une paraplégie complète, sans contracture; le malade ne peut exécuter que quelques contractions musculaires, isolées, limitées au triceps crural; les membres inférieurs sont flasques; ils ne peuvent faire le moindre mouve-

ment. Si le malade ferme les yeux, il se rend bien compte de la position de les jambes : il n'existe à ce niveau ni analgésie, ni anesthésie, ni troubles sensitifs. Les réflexes rotuliens sont diminués, mais ils ne sont pas abolis.

L'incontinence des urines et des matières fécales est complète. La température est normale, le pouls est régulier, la respiration n'a subi aucune modification. Il n'existe pas de dysphagie.

29 juillet. — Aux symptômes observés la veille s'ajoute une parésie des deux membres supérieurs, sans troubles de la sensibilité : les doigts fléchis dans la paume de la main, sans contracture, n'exercent qu'une faible pression qui ne dépasse certainement pas cinq kilos. Les avant-bras sont soulevés avec peine; les mouvements des bras et des épaules sont à peine appréciables. On note une gêne de la parole et de la déglutition. Le diaphragme se contracte encore normalement. La respiration est régulière. L'incontinence des matières fécales et des urines persiste toujours.

Nous ensemençons des tubes d'agar et des tubes de gélatine avec le sang recueilli à l'extrémité de l'index. Ces cultures ne renferment que des cocci.

Vers les 2 heures de l'après-midi, le malade ne peut plus avaler; une assez grande quantité de salive spumeuse s'écoule le long des commissures. La paralysie du diaphragme fait de rapides progrès; la respiration devient difficile, le malade est cyanosé; il essaie en vain de prononcer quelques paroles; l'asphyxie commence; il fait quelques mouvements des mains et des avant-bras pour tâcher de se faire comprendre.

A 4 heures, l'interne de service constate l'état suivant : Le malade se plaint d'une forte dysphagie avec sensation de constriction très pénible; il ne peut dire que quelques monosyllabes. La respiration est saccadée, embarrassée; on n'entend pas de râles; le malade est cyanosé; la paralysie du diaphragme augmente rapidement. La température est toujours normale. Le pouls est à peine perceptible. Les battements du cœur sont rapides et peu appréciables.

Pendant la nuit, la dysphagie est à peu près complète; le veilleur ne peut réussir à faire boire le malade qui, jusqu'au dernier moment, conserve toute sa connaissance; il ne survient aucun phénomène spasmodique, aucun trouble de la sensibilité; la paralysie bulbaire fait des progrès; l'asphyxie lente et progressive augmente et le malade meurt à 2 heures du matin.

AUTOPSIE. — Elle est faite trente-deux heures après la mort. Le cadavre est assez bien conservé, sans rigidité, sans sugillations.

CENTRES NERVEUX. — Les méninges et le cerveau sont fortement vascularisés; le liquide céphalo-rachidien est peu abondant. Le cerveau ne présente pas d'altérations microscopiques appréciables. Les circonvolutions sont normales. Cette très forte congestion existe encore au niveau du bulbe et sur toute l'étendue de la moelle; mais les lésions les plus saillantes consistent en une série de foyers hémorragiques avec caillots, formés pendant la vie, siégeant au niveau des points suivants :

RÉGION CERVICALE. — *Sur la face antérieure de la moelle,* vers la partie inférieure du renflement cervical, on constate, au niveau de la partie médiane, un foyer mesurant 26 millimètres de longueur sur 5 millimètres de largeur, adhérant aux méninges : presque toute la portion de la moelle sous-jacente paraît saine; cependant, vers le milieu de cette infiltration sanguine, on constate un foyer intra-médullaire faisant après l'ablation des méninges une saillie de 4 millimètres; ce caillot, rouge-brun, a détruit en partie la substance blanche de la moitié droite de la moelle; il n'est séparé de la face postérieure de la moelle que

par une très fine couche de substance nerveuse; il mesure 10 millimètres de hauteur sur 5 de largeur et 8 de profondeur. Vers le centre du renflement cervical, on aperçoit une seconde infiltration hémorragique, ayant près de 3 centimètres de longueur, qui empiète sur la face antérieure des deux dernières paires cervicales droites : si on fait une section à ce niveau, on remarque que le caillot sanguin s'est logé dans la couche superficielle de la moelle et des racines nerveuses; la *face postérieure de la moelle* est envahie par ce foyer hémorragique, sur une étendue d'un centimètre environ, au niveau de la sixième paire cervicale droite, et de 4 millimètres au niveau de la septième paire du même côté.

Si on fait une section de ces deux dernières racines à 6 millimètres de leur origine apparente, on constate que ce caillot a entamé leur couche superficielle et s'est incrusté, pour ainsi dire, à leur niveau.

Région dorsale. — Le tiers inférieur de la moelle dorsale est très fortement congestionné, surtout au niveau des racines postérieures.

Il existe un foyer hémorragique de 12 millimètres de longueur sur 4 millimètres de largeur au niveau de la septième vertèbre dorsale.

Enfin, on note un foyer hémorragique de deux centimètres de longueur au niveau de la première vertèbre lombaire.

Il est inutile d'ajouter que ces quatre foyers hémorragiques, avec caillots, ne sont pas dus à l'action du rachitome, qui a été manié avec le plus grand soin : la formation de ces foyers pendant la vie du malade n'est pas douteuse.

Poumons. — Ils sont sains, non congestionnés.

Coeur. — Petit, graisseux. Les artères sont légèrement athéromateuses.

Foie. — Il présente de petits points graisseux.

Rate. — Petite, non congestionnée.

Reins. — Volumineux, durs, congestionnés. Leur couleur est rouge foncé. Ils laissent écouler une grande quantité de sang noir.

Vessie. — Nous avons recueilli 150 centimètres cubes d'urine. Leur analyse a donné les résultats suivants :

Réaction fortement acide.

Urée	5gr,80 par litre.
Albumine	5gr,60
Chlorures	3gr,27 (en NaCl)
Phosphates	7gr,87 (en Ph^2O^5).

Examen bactériologique.

Sang. — Le sang, puisé dans le ventricule gauche au moyen d'une pipette stérilisée, contient des cocci le plus souvent isolés, se groupant parfois en amas de 4 à 6 éléments : ils sont mieux colorés par la fuchsine que par le bleu de méthylène.

Les globules sanguins ont conservé leur forme normale.

Liquide céphalo-rachidien. — Le liquide extrait au moyen d'une pipette stérilisée est louche et renferme un assez grand nombre de cocci, extrêmement petits, parfois isolés, le plus souvent disposés en grappe, assez mal colorés sous l'action de la fuchsine aqueuse et du bleu de méthylène.

Cultures. — Nous avons fait plusieurs ensemencements dans l'agar-agar avec du sang recueilli pendant la vie, avec le sang extrait, à l'autopsie, du ventricule gauche, de la rate, du rein.

Dans tous les tubes, nous avons constaté un aspect grenu, sans changement de coloration, d'une partie de la surface de l'agar. Les bords, à peine saillants, étaient bien délimités. Seules les cultures faites avec le sang du cœur avaient une très légère teinte opaline, appréciable seulement sous une certaine incidence de lumière. Les cultures de liquide céphalo-rachidien donnaient des colonies présentant le même aspect grenu.

Toutes ces cultures étaient peu prospères, à peine vivaces. Cependant l'examen avec le n° 12 à immersion de Zeiss décelait des cocci bien colorés par la solution aqueuse de fuchsine ou de bleu de méthylène. Le plus souvent ils étaient isolés, rarement ils étaient disposés en groupe. Ces staphylocoques étaient plus nets dans les cultures faites avec le sang recueilli pendant la vie.

Examen histologique.

Moelle. — Quelques rares cellules des cornes antérieures rapprochées du foyer hémorragique présentent à la périphérie de leur noyau un aspect granulo-graisseux. Pas de traces de myélite. Les racines antérieures et postérieures de la région correspondant à l'hémorragie de la moelle offrent une dégénérescence graisseuse très nette et une fragmentation de la myéline indiscutable. A l'examen, au 12 à immersion de Zeiss, du nerf sciatique on constate un aspect vésiculeux, une fragmentation de la myéline dans un assez grand nombre de fibres nerveuses.

Le grand tronc nerveux du radial paraît sain.

Nous avons recherché en vain, dans les vaisseaux des méninges, des traces d'anévrysmes miliaires. Les vaisseaux de la moelle avoisinant le foyer hémorragique ne présentaient pas d'altérations appréciables de leurs parois : cependant certains offraient de rares dilatations ampullaires, placées avant leur bifurcation. Sur ces points, le diamètre du vaisseau avait doublé.

Remarques. — Cette hémorragie primitive de la moelle présente l'aspect symptomatique et l'évolution clinique d'une paralysie ascendante suraiguë; elle entraîne la mort en moins de quatre jours; elle paraît résulter de ces nombreux efforts, pendant ce bain de mer si prolongé. Ces troubles de la déglutition et de la respiration sont sous la dépendance du siège de cette hémorragie et des altérations nerveuses consécutives. La rapidité de la fragmentation de la myéline dans les racines des nerfs rachidiens et dans le tronc du sciatique est un fait intéressant. Quant à ces cocci, qui existaient dans le sang recueilli pendant la vie et qui ont été retrouvés dans les divers organes, ils ne paraissent avoir joué qu'un rôle secondaire. Malgré la grande richesse vasculaire de la surface médullaire, malgré le nombre et l'importance des anastomoses qui font communiquer librement les artères et les veines de la surface de la moelle (A. Adamkiewicz, *Sitzungsb. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Wien*, p. 101, 1882), l'hémorragie primitive de la moelle est fort rare.

Dans sa thèse de doctorat (Paris, 1881), Boppe cite le fait clinique d'un vétérinaire de l'armée qui, au mois de juillet, par une chaleur de 40°, fait une course de 75 kilomètres à cheval en Algérie. Au moment de

descendre de cheval, il s'affaisse subitement, il est paralysé, sans prodrome préalable. La marche redevient possible au bout de cinq mois.

Mais les démonstrations nécropsiques sont encore plus rares. Chez la malade de Leyden (*Zeitsch. f. kl. Med.*, XIII, p. 225), les douleurs et la paraplégie apparurent brusquement deux jours après l'accouchement; en 48 heures la paraplégie était complète, les sphincters étaient atteints, les réflexes complètement abolis. La malade meurt le cinquième jour et, à l'autopsie, on trouve à la région dorsale, sur un trajet de 5 centimètres, un foyer hémorragique occupant surtout les cordons postérieurs et les parties périphériques des cordons antéro-latéraux. Dans la *Lancet*, du mois de mai 1891, on trouve la relation complète avec autopsie de deux cas d'hémorragie primitive de la moelle.

Dans le premier fait (Sharkey, Lancet, 23 mai 1891, p. 1137), il s'agit d'un écolier de treize ans, qui patine assez longtemps et fait pendant cet exercice plusieurs chutes sans gravité. Il peut se rendre chez lui à pied et il ressent une douleur dans l'épaule gauche, l'abdomen et les jambes ; puis on note une perte de la motilité dans les extrémités; deux heures après il ne peut plus marcher. La sensibilité est abolie jusqu'à la quatrième apophyse épineuse dorsale. Rétention d'urine. La mort arrive le huitième jour et, à l'autopsie, on constate au niveau de la troisième paire dorsale un gonflement dur, localisé; au-dessus et au-dessous de ce point, la moelle est molle, jaune à la surface. A ce niveau, on voit une extravasation de sang occupant presque toute l'étendue transversale de la moelle. En haut, l'hémorragie s'étendait jusqu'au sommet du renflement cervical ; en bas, jusqu'au milieu de la région dorsale. Au niveau des cornes antérieures et postérieures gauches, il existait une cavité remplie de sang noir liquide. L'examen microscopique ne montra que de l'hémorragie sans altérations, inflammatoire, ou de toute autre nature.

Le 30 mai 1891, Herbert Ellis publiait dans la *Lancet*, p. 1229, une autre observation d'hémorragie primitive de la moelle survenue chez un scaphandrier remontant trop vite. La mort était survenue en six jours et l'autopsie confirma le diagnostic posé pendant la vie.

En résumé, si un assez grand nombre de cas de paraplégie à début apoplectiforme doivent être rangés dans le groupe des myélites (Proust et Joffroy, Hayem (1)), on ne peut nier l'hémorragie primitive de la moelle.

(1) HAYEM, *Archives de Physiologie*, 1874, p. 603.

M. L. PRIOLEAU

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris, à Brive.

DE QUELQUES TROUBLES DE NUTRITION ET DE SENSIBILITÉ DE LA CORNÉE DANS LA TUBERCULOSE MÉNINGÉE

— *Séance du 21 septembre 1891* —

I. — Troubles de la nutrition

Symptômes. — Les troubles trophiques que nous avons observés sont de deux sortes : 1° du dépolissement avec très légère opalescence de la cornée ; 2° de la diminution de la tension intra-oculaire ; le premier de ces deux signes tenant à des troubles dans la nutrition de la cornée ; le second tenant à des troubles dans la sécrétion de l'humeur aqueuse.

a. — *Dépolissement et opalescence de la cornée.* — Le dépolissement cornéen, dans nos cas, a précédé d'un jour environ l'opalescence. Il est apparu constamment à la troisième période, dite du coma de la méningite tuberculeuse, et n'a jamais existé sans avoir été suivi d'opalescence très légère. Ces deux troubles réunis ont, dans nos cas, existé en dehors de tubercules rétiniens ou choroïdiens et n'ont précédé la mort que de trois à cinq jours environ.

Quant à la date exacte du début du dépolissement et de l'opalescence par rapport au début même de la méningite, elle a subi les mêmes variations que la date d'apparition de la période comateuse. Ce que nous pouvons dire, c'est qu'elle ne se montre pas dès l'apparition de la troisième période.

Le dépolissement a consisté en érosions très superficielles, ne paraissant comprendre que la membrane de Bowmann et l'épithélium. Ce dernier se desquamait sans inflammation, sans réaction douloureuse et sans boursouflement. Les érosions se sont toujours montrées en petit nombre et de peu d'étendue. Leur siège est variable, généralement périphérique, et nous les avons trouvées aussi bien sur les parties de la cornée recouvertes par les paupières que sur les parties laissées à découvert. Cette localisation indifférente des érosions nous permet de les considérer comme indépendantes des influences extérieures.

Dès le moment que les érosions ont apparu, leur développement a été progressif, mais assez lent pour que, pendant les trois à cinq jours où il

nous a été donné de les observer, nous ne les voyions que peu grandir en surface et en nombre.

Pas de suppuration à leur surface; mais dès le moment qu'elles apparaissaient, il se formait une légère chassie et, en écartant les paupières, on étalait de légers filaments purulents à la surface de la cornée.

L'opalescence se montrait en général dans les vingt-quatre heures après l'apparition des érosions. Elle fut très légère et occupait surtout le fond et le pourtour de ces érosions.

b. — *Diminution de la tension ocutaire*. — Elle existe dans les deux yeux également, et nous a paru se localiser dans le segment cornéen de l'œil. Ce qui nous fait admettre que le trouble de la sécrétion de l'humeur aqueuse est seul en cause. Cette flaccidité de l'œil se devine à la vue par l'aspect terne que prend l'œil; mais elle se retrouve surtout au toucher. En pressant sur la cornée insensible, on arrive à sentir une très légère dépression que la finesse du toucher décèle parfaitement. La diminution de tension a été contemporaine de l'apparition des érosions. Cette coexistence nous paraît rationnelle, nous trouvant en présence de deux troubles trophiques.

II. — Troubles de la sensibilité.

Symptômes. — Les troubles de la sensibilité sont plus fréquents que les précédents. Ils ont toujours existé avec les troubles de la nutrition.

Comme ces derniers, le trouble de la sensibilité est un trouble de la troisième période de la méningite tuberculeuse. Cependant disons que, dans un cas, nous l'avions déjà reconnu à la fin de la deuxième période. La sensibilité est plus ou moins abolie, tant à la piqûre qu'au toucher.

Sous l'influence de ces excitations appliquées sur la conjonctive bulbaire et surtout sur la cornée, on n'obtenait que fort peu ou pas de réflexe palpébral. Certainement, dans des périodes comateuses agoniques on voit fréquemment de l'insensibilité plus ou moins accentuée de la cornée. Mais, dans nos cas, l'agonie n'était pas encore arrivée. Le malade se trouvait dans le coma méningitique, mais il n'était pas agonique, et la cornée, qui perd si tard sa sensibilité, nous a toujours paru la perdre plusieurs jours avant l'agonie.

Une fois la sensibilité disparue, nous ne l'avons pas vue revenir, et la mort est survenue dans les cinq à dix jours qui ont suivi son apparition.

Accompagnant cette insensibilité de la cornée et de la conjonctive bulbaire, nous avons trouvé des troubles de la sensibilité cutanée à la face. Cette insensibilité a occupé le département du trijumeau, et nous croyons devoir lui assigner la même origine que l'insensibilité cornéenne.

III. — Physiologie pathologique

C'est là un chapitre sur lequel nous ne pouvons pas insister, n'ayant pu pratiquer d'autopsie. Nous rapportant cependant à l'expérimentation, nous pouvons raisonner par analogie.

Magendie et tous les physiologistes ont montré qu'après la section du trijumeau, le globe oculaire éprouvait des altérations. La cornée se trouble et présente une véritable kératite avec ulcérations pouvant aller jusqu'à la perforation.

Ces altérations, a montré Kocher, s'accompagnent d'une diminution de tension. Les mêmes troubles ont été observés par différents auteurs à la suite de paralysie du nerf consécutive à des tumeurs, des traumatismes, des exsudats méningés.

On sait que, pour Snellen, les causes de ces altérations sont les trauma succédant à l'insensibilité de la cornée. Pour d'autres auteurs, le desséchement de la cornée par l'air et la diminution de la sécrétion lacrymale sont les causes de ces troubles trophiques. Nos observations viennent corroborer l'opinion aujourd'hui admise que les troubles trophiques sont le résultat de lésions des nerfs. Nous avons vu, en effet, que, dans nos cas, il n'y avait pas diminution de la sécrétion lacrymale et que les parties protégées par les paupières étaient elles-mêmes exulcérées.

Un fait remarquable est que, dans nos cas comme dans les vivisections, les altérations de la sensibilité ont pu exister sans troubles trophiques.

Magendie, Longuet avaient dit que si on coupait le trijumeau avant son passage sur le rocher, les altérations de nutrition étaient nulles, tandis qu'après le ganglion de Gasser elles étaient certaines.

Mais Meisner et Duval, qui ont étudié le phénomène de plus près, disent que quand la section intra-cranienne respecte le bord interne du nerf, la conjonctive et la cornée sont insensibles, sans traces de lésions trophiques, ni troubles de tension oculaire ; tandis que si la partie supérieure et interne est seule coupée, la conjonctive et la cornée restent sensibles, mais éprouvent des troubles trophiques.

Les fibres trophiques et les fibres sensitives ne se mêlent donc pas et venant à l'appui de cette opinion, citons celle de Merkel, qui décrit au trifacial une troisième racine trophique venant du tubercule quadrijumeau antérieur et suivant le bord interne et supérieur de la racine sensitive. Appliquant ces données anatomiques et physiologiques à nos cas, nous pouvons penser que les granulations tuberculeuses ont porté plus ou moins sur ces deux ordres de fibres, produisant ainsi tantôt l'insensibilité seule, tantôt l'insensibilité et les troubles de nutrition.

Pour expliquer la possibilité de troubles nerveux du trifacial consécutifs

à l'éclosion de tubercules méningés, songeons que les racines de ce nerf sont accompagnées par un feuillet de l'arachnoïde, feuillet sur lequel naissent des tubercules comprimant le tronc nerveux.

M. Léon D'ASTROS

Médecin des Hôpitaux, à Marseille.

LA SYPHILIS CÉRÉBRALE HÉRÉDITAIRE PRÉCOCE. — FORMES ANATOMIQUES ET CLINIQUES

— Séance du 21 septembre 1891 —

Avec la majorité des pédiâtres (notamment Roger, Henoch, Parrot). nous pensons que dans la syphilis du premier âge, des six premiers mois de la vie notamment, où se montrent avec tant de fréquence les autres accidents de la vérole héréditaire, les manifestations cérébrales de cette maladie restent relativement très rares. Nous en rapportons plus loin deux faits intéressants.

I. — Les lésions de la *syphilis cérébrale héréditaire précoce* peuvent être ainsi classées :

1° *Lésions des enveloppes du cerveau.* — Heubner (1) a observé un fait de pachyméningite.

Les faits de Dreyfous (2), Barthélemy (3), Vallin (4), Millard (5), Blache (6) et Stœber (7) rendent très plausible l'existence d'une méningite syphilitique. Cependant il est bon de faire remarquer que ces faits sont surtout des observations de guérison par traitement spécifique, sans autopsie probante par conséquent. La plupart doivent bien plutôt être rattachées à la syphilis héréditaire tardive ; je n'en ai pas rencontré qui aient été signalées chez des enfants de moins de deux ans.

2° *Artérites syphilitiques des artères du cerveau.* — Ces artérites ont été

(1) *Virchows Archiv.* LXXIV. V. *Ann. de Dermatologie,* 1882.
(2) *Rev. des Mal. de l'enfance,* 1883.
(3) Dans Fournier, *Syphilis héréditaire tardive.*
(4) *Société médicale des hôpitaux,* 1877.
(5) *Méningites guéries, Union méd.,* 1881.
(6) *Société de Médecine de Paris,* 1880.
(7) *Des accidents méningitiques dans la syphilis héréditaire chez les enfants.* Th. Paris 1891.

rencontrées par Barlow (1), Chiari (2), Bury (3), Money (4), Marfan (5), Declercq et Masson (6).

Quelques-uns de ces faits, notamment le dernier (enfant d'un mois), démontrent que cette lésion peut être une manifestation assez précoce de l'hérédo-syphilis.

3° *Gommes cérébrales.* — Par contre, les gommes cérébrales [faits de Dowse (7), Siemerling (8), Henoch (9)] sont plus rares et surtout sont relativement tardives.

4° *Ependymite syphilitique. — Syphilose ventriculaire.* — Ces lésions moins connues sont, au contraire, beaucoup plus précoces.

Dans l'observation de Money que j'ai citée plus haut, outre les lésions des artères et de la substance du cerveau, il est dit que l'épendyme avait un aspect granuleux dû à la formation de granulations composées de petits noyaux arrondis très serrés. L'enfant, qui mourut à quatre ans, était déjà hydrocéphale à onze mois.

Les faits de Sandoz (10) concernent des enfants plus jeunes encore. Chez trois jeunes enfants, hydrocéphales de leur vivant, il trouve à l'autopsie, avec la dilatation des ventricules, une lésion constante de l'épendyme ventriculaire et des plexus choroïdes. L'épendyme est vascularisé, épaissi par places, de couleur jaunâtre, paraissant recouvert de grains de sagou. Ces enfants étaient tous porteurs d'accidents actuels de syphilis. Les symptômes cérébraux, notamment l'hydrocéphalie, existaient déjà à la neuvième semaine, à la sixième, au quatrième mois, et les enfants succombaient à l'âge de quatre mois, de deux mois, de cinq mois et demi (11).

Dans deux faits que nous avons observés personnellement, les enfants étaient en puissance de syphilis héréditaire grave, viscérale et osseuse. Le début des accidents cérébraux fut très précoce, un mois après la naissance; leur évolution très rapide, ils amenèrent la mort en moins d'un mois. A l'autopsie, on constate des lésions destructives profondes de la région ventriculaire.

(1) *Medical Times and Gazette,* 1877 et 1879.

(2) *Wien. med. Wochens* 1881. Anal. dans *Ann.. de Dermatologie,* 1882.

(3) *Influence de la syphilis héréditaire sur la production de l'idiotie et de la démence. Brain,* avril 1883.

(4) *Pathol. Society of London,* 20 janvier 1889.

(5) *Annales de Dermatologie et de Syphiligraphie,* 1887.

(6) *Ann. de Dermatologie et de Syphiligraphie,* 1885.

(7) *Syphilis of the brain and spinal cord.* New-York, 1879.

(8) *Arch. f. Psych.* XX. 1° — Anal. dans *Ann. de Neurologie, t.* XXI.

(9) *Charité Annalen* 1878, *et Lec. Clin.*, Ed. fran., p. 84.

(10) Contribution à l'étude de l'hydrocéphalie interne dans la syphilis héréditaire. *Revue médicale de la Suisse romande,* 1886.

(11) Dans une observation de Négrié (*Journal de Médecine de Bordeaux,* 1888), un enfant de père syphilitique, et ayant eu des accidents spécifiques à six semaines, présente vers cinq mois et demi un début d'hydrocéphalie qui se développe ultérieurement. La mort arrive à dix-huit mois.

L'autopsie sommaire démontre l'absence de tumeur et de granulations tuberculeuses. Les os du crâne sont très épaissis. Il y a 250 grammes de sérosité dans les ventricules; mais l'état de l'épendyme n'est pas signalé.

La pathogénie de cette hydrocéphalie très probablement syphilitique reste donc douteuse.

Dans le premier fait, il s'agit d'un enfant né le 14 mai 1891, quinze jours avant terme. La mère présentait dans la région du pli du coude des cicatrices cuivrées, groupées en corymbes, rappelant les caractères d'une éruption de la période secondo-tertiaire de la syphilis.

Un mois après sa naissance, l'enfant est pris de crises convulsives, qui se répètent très rapprochées pendant vingt-quatre heures. Peu après il présente un gonflement très douloureux de la région du coude des deux côtés; extrémité inférieure de l'humérus, extrémités supérieures du radius et du cubitus, puis de l'extrémité inférieure du fémur, puis de l'extrémité inférieure du radius. Quelques manifestations légères de syphilis se montrent du côté des lèvres. L'enfant succombe un mois après le début des accidents, âgé de deux mois.

A l'autopsie on constate sur presque tous les os longs les lésions de la syphilose osseuse si bien décrite par Parrot et sur lesquelles nous n'insistons pas, une synostose prématurée des os du crâne, et de plus des lésions cérébrales très intéressantes sur lesquelles nous allons revenir.

Dans le second fait, un enfant, un mois après sa naissance, présente tous les signes d'une hydrocéphalie au début, qui progresse de jour en jour et s'accompagne d'accidents nerveux : strabisme, tremblements, contracture des quatre membres, quelques vomissements.

Huit à dix jours après se montrent des symptômes nettement syphilitiques, fissures des lèvres profondes et ulcéreuses, écoulement séro-purulent par le nez. L'enfant meurt à moins de deux mois, moins d'un mois après le début apparent des accidents cérébraux.

L'autopsie, outre des lésions destructives profondes du côté des centres nerveux, fait constater du côté des viscères des altérations caractéristiques que M. le professeur Nepveu a bien voulu étudier. Du côté du poumon : nodules blancs, reconnus gommes, et au sommet les caractères de la pneumonie blanche de Virchow; dans le foie et dans le rein, lésions plus diffuses consistant surtout en dilatation des vaisseaux, infiltration abondante de cellules embryonnaires, dégénérescence des épithéliums.

Voici, plus détaillées, les lésions du cerveau dans ces deux cas.

Dans le premier fait, l'autopsie du cerveau fait constater ce qui suit :

Pas de traces d'inflammation des méninges. Les circonvolutions sont affaissées, surtout à la partie antérieure, congestionnées en arrière. — Nous ouvrons l'hémisphère gauche et constatons une dilatation notable du ventricule latéral; cette dilatation, en forme de poche, occupe seulement la partie fronto-pariétale du ventricule. L'épendyme qui forme la paroi de la poche est épaissi, ramolli, avec brides saillantes formant un réticulum alvéolaire. Les parois de cette cavité sont formées par la substance blanche de l'hémisphère, ramolli par imbibition et en bas par le plancher des corps opto-striés, transformés eux-mêmes en un détritus pultacé, couleur café au lait. Cette altération n'occupe cependant que la périphérie de ces noyaux correspondant au ventricule et n'envahit pas leur profondeur. — La poche hydrocéphalique, ai-je dit, n'occupait que la partie fronto-pariétale du ventricule. Elle ne communique, en effet, que par une ouverture arrondie en forme de diaphragme de 3 millimètres de diamètre avec le prolongement occipito-sphénoïdal absolument normal et nullement dilaté. — L'hémisphère droit présente des lésions absolument analogues : dilatation ventriculaire, lésion de l'épendyme, ramollissement de la partie supérieure des corps opto-striés, mais moins accentuées. — Les ventricules contenaient environ 100 centimètres cubes d'un liquide trouble.

Le bulbe et la moelle paraissent intacts.

Dans le second fait, les lésions étaient plus profondes.

Rien de particulier du côté des méninges. Du liquide s'écoule des cavités ventriculaires : il est louche et trouble. On le recueille pour en mesurer la quantité, qui s'élève à 400 centimètres cubes environ.

Le cerveau extrait s'affaisse sur la table. Il forme deux larges poches développées aux dépens des ventricules latéraux. Le tissu cérébral qui les limite n'a guère qu'un demi-centimètre d'épaisseur. La substance en est anémiée. Le ventricule gauche ouvert, on est en présence d'une large cavité. Celle-ci n'est pas produite simplement par la dilatation des cornes ventriculaires avec refoulement excentrique des parois, mais aussi par la fonte et la destruction de la substance blanche de l'hémisphère, qui, après soudure des lobes sphénoïdal et frontal, réunit toutes les parties du ventricule en une large poche unique. Une bride transversale comme fibreuse traverse cette cavité, dirigée de la région rolandique inférieure aux ganglions de la base, ayant, par conséquent, la direction des faisceaux pyramidaux dont elle est probablement le vestige. L'épendyme, ou plutôt la paroi de cette cavité, est épaissie, présentant des saillies et par places des végétations rugueuses. Cette paroi est surtout épaissie et comme fongueuse et ramollie au niveau des ganglions de la base. Ceux-ci ont presque complètement disparu en fonte jaunâtre, surtout le corps strié; et ce qui en reste ne forme plus qu'une mince paroi entre la cavité hydrocéphalique et le ventricule moyen. — Du côté droit, les lésions sont absolument analogues, sauf qu'elles sont moins profondes. En place de la bride transversale signalée à gauche, nous trouvons un plancher horizontal de substance blanche qui sépare encore ici la partie supérieure du ventricule de son prolongement sphénoïdal. Ce plancher s'amincit cependant et se perfore antérieurement, de sorte qu'outre leur communication postérieure normale, mais largement dilatée, les deux cornes frontale et sphénoïdale s'ouvrent aussi l'une dans l'autre en avant par cette perforation. Ce travail de perforation a dû forcément être précédé d'une soudure des lobes frontal et sphénoïdal au niveau de la scissure de Sylvius. Mêmes lésions des ganglions, sauf que la couche optique surtout est en plus grande partie conservée. — Le corps calleux est très aminci. — Dilatation du ventricule moyen.

Pas d'altération appréciable des autres parties du système nerveux.

L'examen histologique d'une portion de la paroi hydrocéphalique prise au niveau des couches optiques, où elle paraissait le plus altérée, fait constater une abondante infiltration de cellules embryonnaires en voie normale de développement, lésion diffuse sans nodules gommeux proprement dits.

Une *infiltration embryonnaire diffuse de l'épendyme et des corps opto-striés* dans leur partie intraventriculaire paraît avoir été, dans ces deux faits, la lésion spécifique primitive qu'on peut dénommer *syphilose ventriculaire*.

Parmi les lésions cérébrales multiples de la syphilis héréditaire, celle-ci est une des plus caractéristiques. Entre toutes, elle apparaît comme une des plus précoces, sinon la plus précoce, et mérite d'être considérée comme la forme par excellence de la *syphilis cérébrale héréditaire des nouveau-nés*.

L'évolution organique qui joue un si grand rôle dans toute la patho-

logie infantile, nous paraît aussi dans le développement de la syphilis cérébrale, avoir une influence de premier ordre, en premier lieu, sur la localisation des lésions. Tout organe ou tissu en voie de développement appelle l'inflammation; chez un syphilitique, il appelle les lésions syphilitiques. Rappelons seulement à ce point de vue les faits probants de syphilis osseuse, si bien étudiée par Parrot, où la zone d'accroissement épiphysaire est le point de départ des lésions osseuses spécifiques, qui ne diffusent qu'ultérieurement dans la longueur de l'os. Et nous serons portés à admettre qu'il doit en être ainsi en fait de syphilis cérébrale. — Chez le nouveau-né, la substance grise des circovolutions et la substance blanche sous-jacente, presque exclusivement composées de névroglie, sont encore dans une période de calme relativement au développement de leurs éléments nerveux. Ce développement est, au contraire en pleine activité dans les ganglions de la base alors que dans les centres nerveux sous-jacents il est arrivé à peu près à l'état d'achèvement complet. — Physiologiquement aussi, c'est le moment où, dépassant l'activité réflexe inférieure du fœtus, et avant d'atteindre l'activité cérébrale supérieure, l'enfant vit de cette vie cérébrale réflexe à laquelle président les *ganglions opto-striés*. N'est-ce pas une raison suffisante pour la syphilis d'atteindre de préférence, à cet âge, cette région de l'encéphale ?

Ce fait de l'évolution organique peut être aussi invoqué pour expliquer la forme de la lésion. Les lésions nodulaires aiment les organes achevés. Aussi ne trouvons-nous que rarement de gommes cérébrales chez les enfants et seulement à dix ans, six ans, tout au plus deux ans. Dans les organes en voie de développement, les lésions nodulaires, lorsque la syphilis en détermine, restent à un état d'autant plus embryonnaire que l'évolution y est moins avancée; et les lésions spécifiques y revêtent habituellement des caractères de diffusion et de généralisation bien étudiés par Hutinel, dans le testicule et le foie. N'est-ce pas, dans nos faits, des caractères analogues que présente la lésion cérébrale, avec une tendance d'autant plus marquée à l'extension et à la destruction qu'elle envahit un tissu encore presque exclusivement composé de névroglie sans les éléments nobles de constitution?

Voilà certains faits qui démontrent certes que la syphilis cérébrale des jeunes enfants ne se manifeste pas, comme on l'a dit, par des lésions absolument analogues à celles de la syphilis cérébrale des adultes. Qu'il en soit ainsi pour la syphilis cérébrale héréditaire tardive, soit. Mais la forme des lésions est d'autant plus différente que l'hérédo-syphilis évolue chez des enfants plus rapprochés de l'époque de la naissance.

II. — Le tableau SYMPTOMATIQUE se ressent de ces différences dans les lésions anatomiques. — Ce tableau est souvent complexe du fait de la combinaison de ces lésions. Il y a intérêt cependant de l'analyser sché-

matiquement et de reconnaître des formes cliniques répondant aux formes anatomiques.

1° Les *gommes cérébrales* se montrent surtout dans la seconde enfance. Ici réellement les symptômes de cette syphilis héréditaire tardive diffèrent peu ou pas de ceux de la syphilis des adultes.

2° Les *méningites syphilitiques*, si elles existent, ont été rencontrées surtout au-dessus de deux ans. Voici, d'après quelques auteurs et en particulier Stœber, quelques caractères qui la distinguent de la méningite tuberculeuse :

Elle débute plus souvent que celle-ci par des paralysies. Il y a souvent de l'apyrexie; le cri est plaintif et n'a pas le véritable caractère du cri hydrencéphalique; le pouls régulier ou irrégulier n'est pas ralenti; la respiration est moins irrégulière. La rétraction du ventre en bateau, les vomissements en fusée, la constipation sont moins fréquents, de même que le décubitus latéral en chien de fusil. L'amaigrissement est moins rapide.

3° *L'artérite syphilitique des artères cérébrales* débuterait quelquefois chez de très jeunes enfants.

Suivant sa distribution et son degré, il semble qu'elle puisse se manifester sous deux formes cliniques principales.

L'artérite généralisée ou étendue à un certain nombre d'artères, si elle produit seulement le rétrécissement des vaisseaux, peut déterminer, suivant l'opinion de Bury, une sclérose plus ou moins étendue du cerveau, véritable sclérose dystrophique amenant une atrophie secondaire du cerveau ou de quelqu'une de ses parties. En clinique, ces lésions se traduiraient suivant leur étendue et leur siège par l'idiotie ou des symptômes nerveux divers : épilepsie symptomatique, hémiplégie spasmodique, contractures, athétose, etc.

L'artérite localisée, mais oblitérante, produit des foyers de ramollissement. Les paralysies qui en sont la conséquence diffèrent peu de celles qu'on observe chez l'adulte.

4° Enfin l'*épendymite syphilitique*, la *syphilose ventriculaire* est la plus caractéristique des formes de la syphilis cérébrale héréditaire. C'est aussi la plus précoce; les faits relatés concernent des enfants de moins de six mois. C'est par excellence, comme je l'ai dit, la syphilis cérébrale héréditaire des nouveau-nés. Elle évolue parallèlement ou à peu près avec d'autres accidents bien avérés de syphilis congénitale. Son évolution quelquefois très rapide (moins d'un mois), est en rapport avec le degré d'infectiosité de la syphilis.

Elle se traduit cliniquement chez le nouveau-né par des symptômes nerveux variés mais diffus : convulsions, contractures, tremblements; ou plus localisés : strabisme. Mais le signe clinique capital est le dévelop-

pement rapide d'une hydrocéphalie précoce dont les caractères sont des plus importants à connaître.

Cette étude de l'*hydrocéphalie hérédo-syphilitique* fera l'objet d'un travail ultérieur (1).

M. Léon D'ASTROS

Médecin des Hôpitaux, à Marseille.

INFLUENCE DYSTROPHIQUE DE L'HÉRÉDO-SYPHILIS SUR LE CERVEAU DE L'EMBRYON

— Séance du 21 septembre 1891 —

Le professeur Fournier a bien mis en lumière ce fait que l'hérédo-syphilis ne se manifeste pas seulement sur les organes par ses lésions de *nature* essentiellement *spécifique*, mais qu'elle peut encore sur eux et sur l'ensemble de l'organisme, faire sentir une *influence dystrophique*, qui se traduit par des retards ou des arrêts de développement. Le cerveau du fœtus et du nouveau-né n'échappe pas, croyons-nous, à ces deux modes d'action de la syphilis héréditaire. Nous venons d'étudier le premier. Nous pensons pouvoir contribuer à la démonstration du second.

En dehors de l'action dystrophique de l'hérédo-syphilis sur l'ensemble de l'organisme, qui se caractérise par la lenteur du développement et plus tard par l'infantilisme et quelquefois par le nanisme, la diathèse est cause aussi d'arrêts de développement plus localisés : les dystrophies dentaires, l'arrêt de développement des organes génitaux en sont des preuves multiples.

En ce qui concerne les fonctions cérébrales, Fournier a bien souvent rencontré chez les enfants de syphilitiques un arrêt de développement intellectuel, une déchéance des fonctions cérébrales supérieures pouvant aller jusqu'à l'idiotie. Il s'agissait d'enfants de la seconde enfance ; ces troubles remontaient probablement au premier âge ; mais, en l'absence d'autopsie, leur raison anatomique n'a pas été établie.

Très précoce, croyons-nous, peut être l'arrêt de développement cérébral d'un produit de parents syphilitiques. Chez un enfant dûment syphilitique, dont voici l'histoire, cette influence dystrophique paraît avoir produit

(1) Voir *Revue des Maladies de l'Enfance*, nov. et déc. 1891.

ses effets dès la vie intra-utérine, peu de temps après l'époque de la conception.

Cette observation concerne une enfant du sexe féminin, né le 24 octobre 1889, de père et mère inconnus, entrée dans mon service le 5 novembre 1890.

Elle paraît saine au moment de son entrée et est donnée à une nourrice. Dans le courant de décembre, la tête se développe et tous les caractères d'une hydrocéphalie apparaissent et augmentent de jour en jour.

Le 10 février, on s'aperçoit que l'enfant porte à la vulve et à l'anus des plaques muqueuses caractéristiques; quelques jours après, on constate une papule nette à la région mentonnière. Le diagnostic de syphilis fut malheureusement confirmé par la contamination de la nourrice, retirée cependant à l'enfant dès les premiers accidents. Un chancre du sein fit apparition le 28 février, et vers le 25 mai, les accidents secondaires : céphalalgie, roséole, plaques muqueuses de la gorge ; plus tard, psoriasis palmaire.

L'enfant était mort le 3 mars.

Voici le résultat de l'*autopsie* (1) :

Les os du crâne sont écartés et reliés par du tissu cartilagineux. Le diamètre transverse mesure 13 centimètres ; le diamètre antéro-postérieur 15 centimètres et demi.

A l'ouverture du crâne et les méninges incisées, s'écoule un liquide clair et citrin, abondant, environ un litre et demi ; les organes intra-craniens n'apparaissent pas tout d'abord.

Le crâne complètement évacué, on trouve étalé sur la base un encéphale rudimentaire, qui, outre l'atrophie, présente à première vue une anomalie fondamentale, l'absence des organes médians inter-hémisphériques ; les deux hémisphères séparés sont étendus au fond des fosses cérébrales moyennes.

Procédant dans notre description d'arrière en avant, nous trouvons le cervelet normal occupant les fosses cérébelleuses, recouvert par la tente du cervelet. — Absence complète du corps calleux et du trigone. Au-devant donc du vermis supérieur effacé, se trouve une dépression profonde correspondant au ventricule moyen, dont la paroi supérieure manque. — De chaque côté de la ligne médiane et en arrière du corps du sphénoïde se trouvent deux renflements mamelonnés du volume d'une petite noisette, que nous devons considérer comme les couches optiques ; car ils donnent naissance en avant aux bandelettes optiques. — Celles-ci aboutissent en avant au chiasma bien conformé, et d'où partent les nerfs optiques, qui mesurent 3 centimètres et demi de longueur. — En arrière du corps du sphénoïde entre les couches optiques se trouve un orifice allongé, l'orifice antérieur de l'aqueduc de Sylvius, où pénètre facilement un stylet.

Les lobes olfactifs occupent leur situation normale. De chaque lobe part une traînée nerveuse en forme de bandelette allongée d'avant en arrière et qui vient aboutir de chaque côté à la face interne des hémisphères.

Ceux-ci, je l'ai dit, sont couchés au fond des fosses cérébrales moyennes, rudimentaires, reposant sur leur face externe, présentant en haut leur face interne ouverte : excavation ventriculaire. Ils mesurent 6 à 7 centimètres de longueur, 2 à 2 et demi de hauteur, l'hémisphère gauche étant un peu plus volumineux que le droit. — Leur face externe présente des circonvolutions rudimentaires qu'il est assez difficile de définir. Sur la face interne, tout autour de l'ou-

(1) Les pièces anatomiques ont été présentées au Comité médical des Bouches-du-Rhône par mon interne, M. Villard.

verture ventriculaire et la bordant se dessine nettement une circonvolution. C'est la circonvolution du corps calleux qui se continue en avant avec la bandelette sus-signalée, émanant du lobe olfactif. Elle représente schématiquement la circonvolution limbique de Broca.

Protubérance, bulbe, moelle intacts.

Il est difficile d'établir ici si l'épanchement hydrocéphalique a été primitivement extra ou intra-ventriculaire. Il occupait à l'autopsie la cavité des méninges. Mais comme on a constaté l'absence des parois supérieure du ventricule moyen et interne des ventricules latéraux, on peut se demander si le liquide primitivement sécrété dans les vésicules cérébrales antérieures et intermédiaire n'aurait pu, distendant leur paroi, en déterminer la rupture aux points les plus faibles, et se répandre secondairement dans la cavité arachnoïdienne.

Quant à l'âge du fœtus au moment où s'est fait sentir sur le cerveau l'influence pathologique, quelle qu'elle soit, qui a amené l'arrêt de son développement, on peut approximativement l'établir. D'après le docteur Alezais, chef des travaux anatomiques, qui a bien voulu étudier ces pièces avec nous, la présence des circonvolutions semblerait, à première vue, indiquer que le fœtus avait alors au moins six mois, puisque c'est l'âge où elles apparaissent. Mais il faut tenir compte des autres caractères de cet encéphale. Or, l'absence des organes inter-hémisphériques (corps calleux trigone), et l'absence de soudure entre les couches optiques qui proviennent du cerveau intermédiaire, et le corps strié qui dérive du cerveau antérieur (ou hémisphérique), indiquent que la cause d'arrêt du développement encéphalique a produit déjà ses effets avant le quatrième mois de la vie intra-utérine ; car c'est au quatrième mois que se fait normalement la soudure qui réalise le corps opto-strié.

Cette date n'implique d'ailleurs pas, à notre avis, celle de la cause elle-même, qui peut n'avoir pas arrêté d'emblée et complètement l'activité évolutive du cerveau, et, au contraire, être antérieure d'assez longtemps à ses propres effets.

Quant à la nature de cette cause, elle peut prêter à la discussion. Faut-il admettre qu'une lésion d'ordre spécifique a, dans les premiers mois de la vie intra-utérine produit une hydrocéphalie et comme conséquence, par compression, un arrêt de développement du cerveau ? Outre que cette lésion n'a pas été démontrée à l'autopsie, cette hypothèse semble peu vraisemblable. Si l'on constate souvent des lésions syphilitiques dans les organes au moment de la naissance, on n'en rencontre guère dès les premiers mois de la vie fœtale. D'une manière générale, l'époque d'apparition des accidents syphilitiques paraît assez en rapport avec le degré d'infectiosité de la maladie, et lorsqu'on connaît les habitudes de la vérole héréditaire, il reste bien improbable qu'une syphilis assez infectieuse pour

produire des lésions spécifiques dès les premiers mois de la vie intra-utérine n'ait pas occasionné alors un avortement. Les accidents réellement spécifiques n'ont fait explosion, comme on l'a vu, qu'à trois mois et demi de vie extra-utérine.

Mais connaissant, d'autre part, l'influence dystrophique de l'hérédo-syphilis, nous croyons bien plutôt ici à ce mode d'action d'origine conceptionnelle sur le cerveau du fœtus, qui aurait manqué, dès les premiers mois, de l'activité évolutive nécessaire. Dans cette hypothèse d'un arrêt de développement primitif du cerveau, l'hydrocéphalie observée devrait être considérée comme secondaire et sans rôle pathogénique : simple hydrocéphalie *a vacuo*.

Ce fait nous présenterait donc, réunis sur le même sujet, deux ordres d'accidents, dépendant de deux modes d'action différents de la syphilis héréditaire : l'influence *dystrophique* primitive, se faisant sentir sur le cerveau, dès les premiers mois après la conception, l'*action infectieuse* plus tardive se traduisant par ses manifestations classiques au cours du quatrième mois après la naissance.

Mais à côté de ce fait, on peut en concevoir et il en existe très probablement d'autres, où, s'épuisant dans ses effets dystrophiques, la syphilis héréditaire ne manifeste plus ultérieurement ses qualités infectieuses, dans lesquelles, en d'autres termes, l'arrêt de développement du cerveau, les malformations cérébrales avec ou sans hydrocéphalie ne sont pas suivis plus tard d'accidents spécifiquement syphilitiques qui éclairent sur leur origine.

Du moins, notre observation, surtout si l'on en rapportait d'analogues, conduit à cette conclusion pratique, que dans les cas de malformations cérébrales congénitales pouvant s'accompagner d'hydrocéphalie, avant même toute apparition chez l'enfant des symptômes habituels de la syphilis héréditaire, il y a lieu de soupçonner et de rechercher la syphilis des parents, et d'agir en conséquence vis-à-vis de l'enfant, vis-à-vis aussi de la nourrice, si la mère ne nourrit pas.

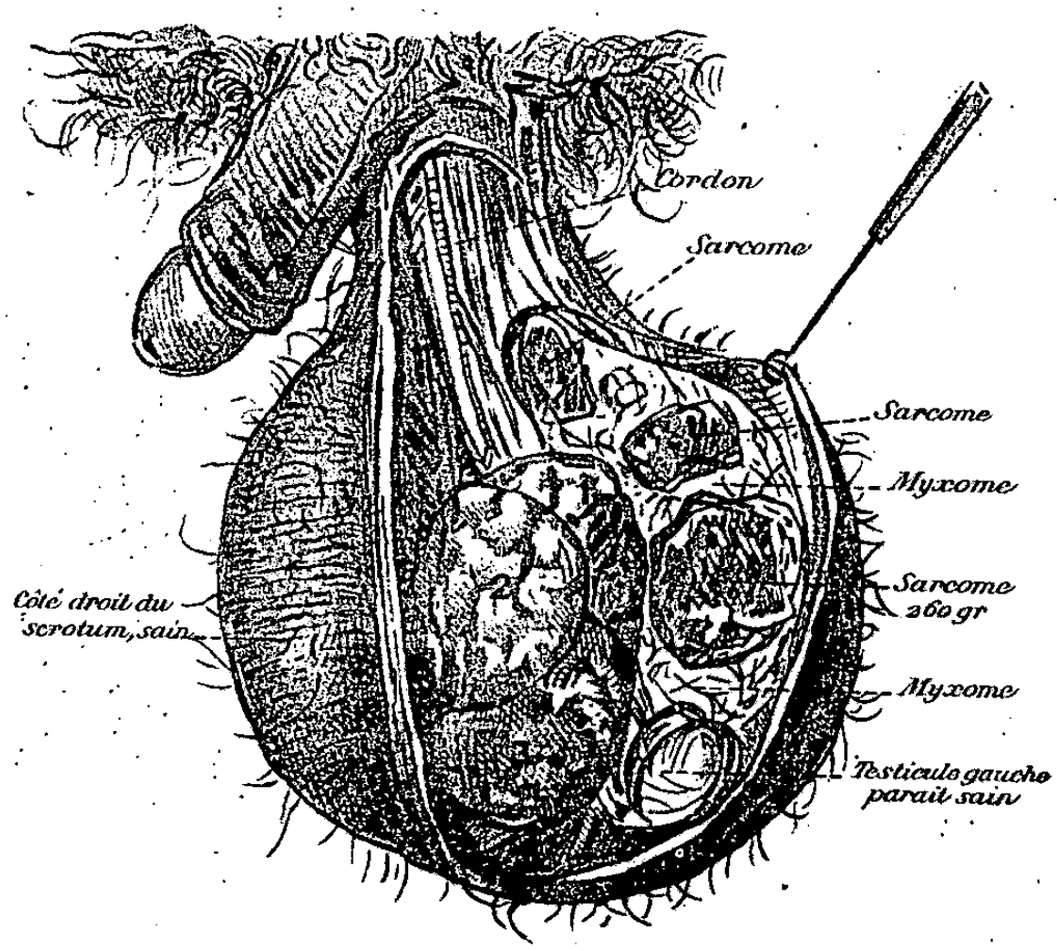
M. Charles DUPLOUY

Directeur du Service de Santé de la Marine, à Rochefort.

TUMEUR MIXTE DU CORDON

— Séance du 21 septembre 1891 —

Les tumeurs du cordon sont, à part les kystes et les lipomes, encore assez mal connues, et la diversité des éléments qu'on peut y rencontrer est de nature à compliquer singulièrement le diagnostic et le pronostic; l'observation présentée au Congrès offre, à ce titre, un certain intérêt : il s'agit d'une tumeur mixte très volumineuse des bourses, développée primitivement non dans les enveloppes du testicule ni dans la glande elle-même, mais bien dans l'enveloppe fibreuse commune du cordon gauche et ayant envahi de haut en bas la loge correspondante du scrotum.



Cette tumeur datait d'environ quatre ans ; aujourd'hui, grosse comme la tête d'un adulte, tout à fait sphérique, sans changement de couleur à la peau, elle donnait au palper une sensation pâteuse dans sa partie interne ; en dehors, derrière une couche demi-fluctuante, on sentait une masse ovoïde, du volume d'un gros abricot, très dure, douloureuse à la

pression, qui nous parut être un testicule néoplasique, sarcomateux ou carcinomateux; car il était impossible de découvrir en aucun point un testicule normal du côté gauche; à droite, la glande spermatique était intacte, refoulée vers la racine des bourses; la tumeur était indolente, absolument dénuée de transparence; elle se prolongeait quelque peu vers l'orifice du canal inguinal où l'on sentait une petite masse ovoïde; les veines superficielles étaient modérément dilatées, mais elles n'offraient ni ce degré de turgescence ni cet aspect noirâtre qu'on observe parfois dans le carcinome du testicule. Pas d'induration des ganglions. Sans pouvoir nous rendre un compte absolu de la composition de cette tumeur, nous ne pouvions y voir une épiplocèle, vu la liberté du cordon au-dessus du léger épaississement signalé plus haut, ni une hématocèle, vu la ténuité des enveloppes scrotales, encore moins une hydrocèle; la ponction exploratrice ne nous indiquait rien autre chose qu'une tumeur solide plus ou moins cloisonnée par des travées cellulo-fibreuses.

L'extirpation, parfaitement indiquée du reste et vivement sollicitée par le malade, nous fixa définitivement sur la composition et sur l'origine de cette intéressante tumeur; elle contenait, comme le démontre le dessin joint à cette communication, deux masses absolument distinctes l'une de l'autre : la première, incluse dans une grande loge celluleuse, qui lui appartenait en propre, étant constituée par un gros noyau sarcomateux entouré d'une gangue gélatiniforme myxomateuse, de quatre centimètres d'épaisseur; un noyau sarcomateux indépendant était jeté vers la partie supérieure de cette masse; plus haut, dans la gaine commune du cordon (et comme pour attester l'origine du néoplasme), un petit noyau également sarcomateux — le poids total de cette première masse est de 260 grammes.

La seconde, beaucoup plus volumineuse, pèse 900 grammes; elle est entièrement lipomateuse, décomposée en trois lobes et d'une énucléation facile; — le poids total de la tumeur est de 1.700 grammes.

Le testicule, parfaitement sain, apparaît logé entre les deux masses qui le dérobaient à l'examen avant l'opération; les éléments du cordon dissociés, courent dans l'intervalle des deux tumeurs; le canal déférent est sain; le cordon eût pu être isolé avec une facilité relative et le testicule conservé, si la nature sarcomateuse d'une portion de la tumeur et surtout la présence d'une petite masse suspecte dans le cordon ne nous eussent imposé un sacrifice dont l'âge du sujet et l'intégrité du testicule opposé diminuaient singulièrement l'importance.

L'opération n'offrit rien de particulier à noter, la guérison fut obtenue en dix jours.

En résumé, il s'agissait d'une tumeur mixte *sarco-myxome* et *lipome*, développée primitivement dans le cordon.

M. Édouard BOINET

Agrégé des Facultés de Médecine, Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

DE LA FIÈVRE RÉMITTENTE BILIEUSE AU TONKIN

— Séance du 23 septembre 1891 —

En 1887, 1888, nous avons observé dans le Haut-Tonkin, pendant les mois de mai, juin, juillet, à l'époque des pluies, un assez grand nombre de manifestations graves de l'impaludisme (accès pernicieux et formes bilieuses du paludisme). Laissant de côté l'étude des accès pernicieux et des fièvres hémoglobinuriques ou ictéro-hématuriques (voir *Revue de Médecine*, 1890-1891), nous n'envisagerons qu'une des formes bilieuses de l'impaludisme, la *fièvre rémittente bilieuse*. Suivant que l'étiologie ou la symptomatologie servent de base à sa dénomination, cette dernière affection est encore désignée sous les noms de *fièvre des bois*, de *typhus des bois*, de *fièvre typho-malarienne*, de *fièvre continue palustre*.

Après avoir indiqué : 1° les *symptômes* et l'évolution clinique de cette fièvre rémittente bilieuse, nous mentionnerons 2° ses conditions *étiologiques* et nous terminerons 3° par l'exposé de quelques recherches *bactériologiques*.

I. *Symptômes*. — Ils sont surtout caractérisés par :

1° L'altération des fonctions biliaires ;

2° La tendance aux hémorragies ;

3° Les troubles nerveux.

Observation I.

Un soldat tonkinois, séjournant depuis un mois au milieu des forêts vierges du Songhoa, atteint à plusieurs reprises d'accès de fièvre intermittente, nous est amené à l'ambulance de Than-Moï le 7 juin, dans un état d'abattement et de prostration très marqués. Il venait d'avoir, en route, une épistaxis très abondante de la narine droite qu'un tamponnement énergique avait arrêté. La langue est sèche, rôtie, la peau brûlante. La température est de 38°8. La rate, douloureuse à la pression, dépasse de quatre travers de doigts le rebord des fausses côtes. Le foie n'est augmenté que d'un travers de doigt. Il n'est pas sensible à la pression.

Le 9, il déborde de deux travers de doigt. La peau a une chaleur mordicante, 39°8. La prostration persiste.

Le 11, une amélioration considérable survient. La température est normale ; le volume de la rate et du foie a considérablement diminué ; la pression de

ces organes est moins douloureuse. La langue est chargée, plus humide; le lendemain, elle est nette; la fièvre a cessé et le malade sort guéri quatre jours après.

Les guérisons sont assez rares; habituellement la fièvre des bois présente chez les Annamites l'aspect clinique suivant :

Observation II.

On nous apporte, le 21 juin à l'ambulance de Than-Moï, un soldat annamite venant du poste du Songhoa. Ce malade est extrêmement prostré, les traits sont tirés, les pupilles punctiformes; le nez est couvert d'une couche pulvérulente de sang desséché, trace d'abondantes hémorragies nasales. La peau est froide, le pouls presque imperceptible.

On note un ictère marqué, une augmentation du volume du foie, qui dépasse d'un travers de doigt le rebord des fausses côtes. La pression est très douloureuse. La rate est très hypertrophiée, on la sent à cinq travers de doigt au-dessous du rebord costal. Le malade ressent une assez vive douleur à ce niveau : la pression l'exagère. Pendant huit jours, cet état reste stationnaire.

Le 30, les yeux sont injectés, la langue est sèche, fuligineuse et, malgré les injections de quinine continuées dès l'entrée de cet Annamite à l'ambulance, il succombe le lendemain à 2 heures.

Pendant le mois de juin 1887, nous avons observé un grand nombre de cas semblables en tous points à l'observation suivante :

Observation III.

Un soldat annamite, du poste du Songhoa entre à l'ambulance le 28 juin, dans l'état suivant : grande prostration, facies abattu, ictère, œil injecté, pupille resserrée, épistaxis abondante, langue sèche, rôtie, peau brûlante, pouls à 120, pas de diarrhée, urines peu abondantes; le foie, très douloureux, dépasse de deux travers de doigt le rebord des fausses côtes; la rate, très sensible à la pression, a augmenté de 10 centimètres.

29 juin :	37°8	38°5
30 juin :	37°6	39°5
1er juillet :	39°9	39°8

La prostration est plus considérable; la diarrhée n'existe pas, l'urine est rare, la langue est rôtie. Mort le 2 juillet.

Observation IV.

Un soldat de la légion étrangère entre à l'ambulance dans le milieu de mai pour des accès de fièvre intermittente, qui ne tardent pas à cesser. Le 1er juin il se lève pendant la nuit en plein délire, il est très excité, on est obligé de l'attacher, car il fait tous ses efforts pour se sauver. La langue est sèche et rôtie, la diarrhée abondante, extrêmement fétide, la température élevée. Cet état reste stationnaire pendant dix jours. Le 12, l'œil est injecté, la langue est

plus sèche, les selles sont plus fréquentes, très fétides ; la rate et le foie sont très volumineux et très douloureux. Le malade a de la carphologie; il essaie de se lever pendant toute la nuit et de fuir.

Le 16, il est prostré, il a un aspect typhique et nous le trouvons, couché sur le ventre, les deux bras pendants hors du lit, agités de mouvements convulsifs peu étendus. Il meurt quelques heures après.

Chez les Européens, les troubles nerveux sont habituellement plus marqués que chez les Annamites. Le coma peut survenir d'emblée sans être précédé d'une phase d'agitation. Nous citerons comme exemple l'observation V. Il s'agit d'un Européen qui, après une série d'accès de fièvre intermittente, a tous les symptômes de la fièvre rémittente bilieuse avec état semi-comateux, qui entraîne la mort en cinq jours. Dans ce cas la température a été progressivement croissante: deuxième jour : 38°6, 39°2 ; — troisième jour : 39°, 39°2 ; — quatrième jour : 39°9, 40°1 ; — cinquième jour : 40°3, 40°5; mort. Dans plusieurs cas analogues, les pupilles étaient punctiformes, peu sensibles à l'action de la lumière.

Cette étude clinique est basée sur une série de vingt observations qui permettent de tirer les conclusions suivantes :

Début. — La fièvre rémittente bilieuse est assez rarement une des premières manifestations de l'impaludisme; elle est habituellement précédée d'accès de fièvre intermittente, dont les intervalles se rapprochent. Souvent ces accès se reproduisent quotidiennement quelques jours avant que cette fièvre palustre ne devienne continue. Ces accès peuvent être si légers que le malade ne s'en aperçoit pas et l'on peut croire alors à une fièvre rémittente palustre d'emblée. Cependant cette fièvre peut débuter sans accès antérieur. Nous avons observé ce fait sur nous-même. Alors un grand frisson initial avec une température de près de 40°, marque le début de cette fièvre rémittente bilieuse. Le malade éprouve alors une violente céphalalgie, des étourdissements, un vertige continu qui l'empêche de se tenir debout.

I. — La langue est saburrale, les vomissements sont fréquents, bilieux, verdâtres avec oppression et douleur épigastriques ; les selles sont nombreuses, copieuses, jaunâtres avec des grumeaux verdâtres. Leur abondance peut parfois faire songer à l'accès pernicieux cholériforme (voir Boinet, *Revue de Médecine*, 1890).

Le facies est congestionné, injecté; les conjonctives ont une teinte subictérique : l'ictère est net le deuxième ou le troisième jour ; il est plus accentué dans les cas où les déjections bilieuses sont plus abondantes.

Le foie dépasse de deux à trois travers de doigt le rebord des fausses côtes, le malade ressent une sensation de pesanteur générale et un point plus douloureux au niveau de la vésicule biliaire.

La rate est tendue, douloureuse à la pression, elle déborde de quatre

à cinq travers de doigt le rebord costal ; elle augmente habituellement de volume dans les derniers jours et dans les cas graves.

Les urines sont peu abondantes ; elles ont une teinte comparable à celle de la bière, du madère ; elles contiennent du pigment biliaire et de l'albumine.

II. — A ces troubles de sécrétion et des fonctions biliaires, s'ajoutent des épistaxis, parfois abondantes, nécessitant le tamponnement et limitées, dans certains cas, à la narine droite. Cette tendance aux hémorragies peut se manifester aussi par des pétéchies, des hémorragies buccales, gingivales, intestinales et par des hématuries. Les complications pulmonaires sont peu fréquentes.

Les jours suivants, la fièvre persiste, elle présente des rémissions d'un degré, se faisant le plus souvent aux mêmes heures et le matin ; mais la température ne revient jamais à la normale. Dans les cas suivis de guérison, la température dépasse rarement 40° ; elle tombe brusquement ; dans les cas graves, mortels, la courbe s'élève ; les rémissions, si bien accusées les jours précédents, sont à peine sensibles et la température se maintient aux environs de 40°, un ou deux jours avant la mort.

III. — C'est alors que les troubles du système nerveux, à forme ataxo-adynamique, sont marqués.

La prostration du début a augmenté ; à cette période, le malade est dans la torpeur ; il marmotte quelquefois des paroles incohérentes ; chez les Européens, on observe plus souvent du délire d'action ; ils se lèvent, ils veulent fuir surtout pendant la nuit et dans les ambulances, ces malades doivent être l'objet d'une surveillance attentive. En pareil cas, l'alcoolisme entre souvent en jeu.

Certains malades ont pendant la nuit des visions effrayantes ; ils se croient entourés de pirates, qui veulent les faire mourir dans d'atroces tortures ; ils font tous leurs efforts, ils luttent pour échapper à ce danger imaginaire ; quelquefois même ils veulent se servir de leurs armes. Nous avons indiqué plusieurs faits de ce genre dans un mémoire sur les troubles psychiques dans l'impaludisme.

Enfin ces malades tombent dans une somnolence profonde, dans un état semi-comateux, symptôme avant-coureur de la mort, qui survient ordinairement vers le deuxième septenaire.

Terminaisons. — Dans les rares cas de guérison que nous avons observés à l'ambulance de Than-Moï, les troubles nerveux (prostration, abattement marqués) sont de courte durée, ils disparaissent avec la fièvre comme dans l'observation I. La diminution du volume du foie et de la rate a coïncidé avec cette amélioration.

La convalescence est habituellement assez longue. Le malade, fortement anémié, a tantôt des signes de cachexie palustre ; tantôt il est pris

d'accès de fièvre intermittente; tantôt un accès pernicieux se déclare. Cette évolution prouve encore que, malgré son masque typhique, cette fièvre rémittente bilieuse est de nature palustre. Du reste, à l'autopsie, on ne voit pas les lésions intestinales de la fièvre typhoïde.

Etiologie. — La fréquence de ces fièvres à Than-Moï (Haut-Tonkin), leur grand caractère de gravité paraissent dépendre de l'intensité de l'intoxication palustre et des fortes chaleurs qui régnaient en mai, juin, juillet. C'est à cette époque de l'année, pendant la saison des pluies que cette forme si redoutable de l'impaludisme sévit dans la région boisée, dans la zone des jungles du Haut-Tonkin. Si on ne trouve pas de marécages, d'arroyos, comme dans le Delta, on y rencontre les conditions les plus favorables au développement intensif du miasme palustre (végétation puissante, absence de culture, chaleur et humidité). La couche épaisse de matière végétale en décomposition qui jonche le sol de ces forêts vierges est arrosée plusieurs fois par jour par ces pluies torrentielles, de courte durée : cette eau s'évapore rapidement sous l'action torride du soleil. Le miasme palustre se dégage facilement et stagne pour ainsi dire dans le fond de ces vallées boisées, sur le bord des rivières au cours rapide. Aucun vent ne balaie ces émanations délétères qui se condensent dans cette couche de brouillard dense, épaisse d'une vingtaine de mètres environ, qui se forme pendant la nuit et ne se dissipe qu'après le lever du soleil.

Cette double influence de la chaleur et de l'humidité s'exerce encore sur les terrains vierges que l'on remue pendant les défrichements faits aux alentours des postes pendant la construction des ponts ou des routes. Nous pourrions citer le fait de 40 chasseurs à pied, récemment arrivés de France et chargés de surveiller les travaux de terrassement nécessités par la route de Langson. Au bout de trois semaines, 12 étaient morts de fièvre rémittente bilieuse. Ce détachement de chasseurs est relevé par des légionnaires : les plus jeunes et les moins acclimatés sont plus exposés à cette forme grave de l'impaludisme et succombent pour la plupart; les légionnaires plus avancés en âge ou ayant un plus long séjour au Tonkin, résistent à cette fièvre rémittente et n'ont que des accès de fièvre ordinaires. Le jeune âge et le défaut d'acclimatement dans le Haut-Tonkin jouent le même rôle chez les Annamites du Delta, qui, à Songhoa, fournissaient le plus grand nombre de victimes à la fièvre rémittente. Cette mortalité est telle, que les Annamites appelaient cette région la vallée de la mort. Dans ce dernier poste, la gravité de ces fièvres ne tenait pas simplement à l'intensité des émanations telluriques de la forêt vierge; un autre facteur étiologique, la putréfaction animale entrait en jeu. Les eaux grossies du Songhoa, rivière qui coule près des paillottes du poste, faisaient ébouler les berges et mettaient à nu des tranchées dans lesquelles on avait enseveli un

grand nombre d'animaux et de Chinois. La baisse rapide des eaux laissait à découvert ces foyers d'infection. Les terrassements nécessités par la construction d'un pont Eiffel contribuaient aussi au dégagement de ces miasmes d'origine animale. L'influence de cette putréfaction animale existait encore à Hoa-Moc (Pailloz) à Chiem-Hoa (Blanc), postes dans lesquels sévissait la fièvre rémittente bilieuse ; elle paraît même augmenter la gravité du pronostic.

Recherches bactériologiques.— Le sang de la pulpe de l'index d'un coolie annamite atteint de fièvre rémittente bilieuse a donné des cultures pures de microcoques.

Quarante-huit heures après l'ensemencement dans des tubes d'agar, les points piqués s'entourent d'une petite tache blanche, à contours nets, formant un relief assez accusé. Les dimensions augmentent les jours suivants; ses caractères ne varient pas. Ces cultures ne renferment que des microcoques assez souvent isolés, quelquefois en chaînettes de 4 à 6 éléments : leur dimension moyenne est de 0 μ 8. Ces microcoques sont bien colorés par le violet de méthyle. Les inoculations n'ont pas donné de résultats.

Ces cocci ne sont donc pas pathogènes; ils sont sans doute associés au microbe de Laveran ; leur présence dans le sang de la circulation générale permet d'expliquer en partie certains symptômes de la fièvre rémittente bilieuse, tels que: 1° l'ictère, 2° les altérations rénales et 3° les troubles nerveux.

1° Pour mieux établir cette pathogénie, nous rappellerons les recherches de Lubimoff (*Virchow's Archiv*, 1884), qui a signalé des amas de microcoques dans les capillaires intra-lobulaires du foie de malades ayant succombé à la fièvre rémittente bilieuse. Ces altérations n'expliquent-elles pas l'ictère et l'augmentation de volume du foie?

2° Pour prouver le rôle de ces microcoques dans les lésions rénales, nous citerons encore le cas de fièvre typhoïde bilieuse dans lequel Cornil et Babès ont vu des micrococci en chaînettes dans les glomérules du rein.

3° Enfin, il est possible que la présence de ces microcoques dans les centres nerveux favorise, en partie, ces séries de troubles nerveux [délire, coma, paralysie, etc. (1)] que l'on peut observer pendant l'évolution ou au déclin de la fièvre rémittente bilieuse du Tonkin ; mais généralement les troubles nerveux, qui surviennent pendant la convalescence, se rattachent à une sorte d'hystérie toxique, provoquée par l'impaludisme.

(1) BOINET, *Troubles moteurs dans l'impaludisme. (Revue de Médecine,* 1890.)

M. Maurice COSTE

Médecin en chef des Hôpitaux, à Marseille.

DES VARIOLES FRUSTES

— Séance du 21 septembre 1891 —

Trois observations que j'ai pu recueillir semblent prouver que la *variole sine variolis* admise par les anciens, surtout depuis Sydenham, n'est qu'une variole fruste, c'est-à-dire une variole dont l'éruption passe inaperçue. Voici ces trois observations :

Obs. I. — La nommée C., vingt-six ans, vaccinée dans son enfance, s'était astreinte lors de l'épidémie variolique de 1886, à ne pas quitter un instant la chambre de son frère atteint de variole confluente. Au bout d'un mois de cette sorte de séquestration en plein foyer variolique, au moment où le frère touchait à la fin de la convalescence, cette personne fut prise de frisson avec fièvre, céphalalgie et rachialgie des plus intenses, nausées, quelques vomissements, sensation de constriction épigastrique très marquée. Trois jours après, tous ces symptômes disparaissaient sans donner lieu à aucune éruption apparente et la malade se considérait comme guérie.

Revenu deux jours plus tard pour prendre des nouvelles de son frère, elle m'annonça qu'elle avait constaté la veille, sur elle, trois pustules : une sur la région antérieure du bras droit, une autre dans la région intermammaire, une troisième au devant de la jambe gauche. Ces pustules, assez volumineuses, parfaitement ombiliquées, ne laissaient aucun doute sur leur nature.

Pas d'autre trace d'éruption sur le reste du corps. Ces trois pustules de variole évoluèrent normalement et ne laissèrent aucune cicatrice.

Obs. II. — Le nommé G., quinze ans, vacciné, couchait dans la même chambre que son frère aîné atteint de variole, tout près d'une autre pièce occupée par sa mère et sa sœur atteintes aussi de variole. Étant tombé malade lui-même, toute la famille fut transportée, le 2 juin dernier, à l'hôpital où les deux frères furent admis dans mon service. Le lendemain, 3 juin, à ma visite, je constatais chez l'aîné une variole normale en voie de dessiccation ; chez le jeune G., au contraire, qui avait présenté les deux jours précédents et même au moment de son entrée, de la fièvre avec céphalalgie, rachialgie, nausées, la température était devenue normale et il n'existait plus chez lui aucune trace d'indisposition, aussi demandait-il à sortir. Bien qu'un examen des plus complets ne me permit pas de retrouver sur cet enfant la moindre trace de pustule ou de papule, me souvenant de la première malade, je le gardais en observation. Le 4, c'est-à-dire presque deux jours après la cessation de tout symptôme, je parviens à constater chez lui quatre papules, assez petites, légèrement colorées. Elles siégeaient : la première, sur le bord du grand rond du côté droit ; la deuxième, à la partie

postérieure et médiane du bras correspondant, la troisième au niveau de l'épine de l'omoplate gauche; la quatrième, sur le bord interne du biceps du même côté. Le 5 juin, ces papules étaient devenues pustules, parfaitement ombiliquées, quoique petites. Elles évoluèrent normalement et disparurent sans laisser de cicatrice.

Obs. III. — La nommée S., quarante-sept ans, vaccinée à dix-sept ans, habite l'hôpital depuis une trentaine d'années et se trouve, depuis 1889, au service des varioleux.

Le 23 juillet dernier, elle me pria d'examiner une pustule qu'elle portait à la partie antérieure de l'avant-bras droit et qui ressemblait, disait-elle, à un bouton de variole. Je constatais, en effet, une grosse pustule variolique parfaitement ombiliquée, typique. Une autre pustule semblable, mais plus petite, siégeait au devant de la poitrine, un peu au-dessous de la clavicule gauche. Enfin, à la partie antérieure de la cuisse gauche existait une papule, rouge, saillante au toucher et nullement ombiliquée. Aucune autre trace d'éruption sur le reste du corps. Voici les renseignements qu'elle me fournit. Le 20, pendant toute la journée, elle avait éprouvé une sensation de courbature avec céphalalgie, rachialgie légère, quelques nausées et une vive sensation de constriction à la gorge. Ce qui ne l'empêcha pas de faire son service tout comme les jours précédents. Le lendemain elle se trouvait entièrement remise et si ce n'avait été la vue de la pustule de l'avant-bras dont la forme l'avait frappée, elle aurait perdu le souvenir de ce qu'elle appelait sa petite indisposition des jours précédents. La gorge n'offrait aucune trace de pustule, sauf une légère rougeur, peut-être, des piliers. La pustule de l'avant-bras fut percée et cautérisée. Elle laissa à sa place une tache *sépia* visible pendant plus d'un mois. La pustule de la poitrine, abandonnée à elle-même, a donné naissance à une cicatrice pathognomonique. Quant à la papule de la cuisse, elle n'est jamais parvenue à l'état de pustule.

Si, dans le premier cas, une circonstance fortuite, dans le deuxième la grande facilité d'investigation qu'on n'obtient souvent qu'à l'hôpital et dans le troisième les craintes de la malade elle-même (mise en éveil par la vue journalière de ces sortes d'éruptions) ne m'avaient permis de découvrir les pustules varioliques, on aurait pu ranger ces trois observations parmi les *variolæ sine variolis*.

Le très petit nombre de pustules (de deux à quatre) présenté par ces varioleux; leur siège dans des régions que, pour un motif ou pour un autre, on s'abstient d'explorer; l'absence absolue de réaction pendant la période d'éruption permettant au malade, la période d'invasion terminée, de se considérer comme entièrement guéri; la période d'invasion elle-même, parfois assez bénigne pour autoriser celui-ci à ne pas même suspendre ses occupations; tout ce concours de circonstances explique comment, dans de pareilles varioles, les pustules, soit par insouciance, soit pour tout autre motif, restent ignorées ou méconnues, les symptômes de la période d'invasion seuls attirant plus ou moins l'attention du malade et du médecin.

Survienne, peu de jours après, un cas de variole dans l'entourage de ce varioleux dont les pustules n'ont pas été reconnues, la similitude entre les

symptômes que présente le second malade et ceux qu'offrait naguère le premier, l'immunité que l'on constate de plus chez celui-ci et que lui confère une variole récente expliquent comment on soit porté à retrouver chez ces deux malades la même affection et dire que le premier a eu seulement une variole sans pustule, une *febris variolosa sine variolis*. C'est au reste sur de pareils faits de contagion et d'immunité que se basaient Frank et Borsieri, entre autres, pour admettre l'existence du *variola sine variolis*. Or, jusqu'à ce jour, en dehors des auteurs de la théorie du *variola sine variolis*, aucun fait, sauf les observations discutables de Chauffard et de Legroux, ne prouve d'une façon irréfutable la contagion de la variole à la période d'invasion. Ce qui semble confirmer l'explication que je donne aujourd'hui de cette théorie au moyen des varioles que j'appelle frustes.

On peut faire, il est vrai, de mes observations des varioles discrètes. L'absence cependant de pustules à la face, lieu d'élection de l'éruption variolique; le très petit nombre de ces pustules et leur dissémination dans des régions, au contraire, où il leur est facile de se dissimuler, méritent, je crois, dans l'intérêt du diagnostic et de l'hygiène à ces sortes de variole, une autre appellation.

Ces pustules pouvant, grâce à leur petit nombre et à leur siège, passer inaperçues, fausser ainsi le diagnostic, devenir, sans qu'on s'en doute, des foyers de contagion, rappellent par bien des points ces éruptions insidieuses de la rougeole et de la scarlatine désignées sous le nom de formes frustes. Assimiler à ces dernières l'éruption variolique que je viens de décrire ne serait guère surcharger la nosologie, mais accorder seulement à la variole une variété que l'on accepte, sans conteste, pour les autres fièvres éruptives. Cette forme fruste, admise, pourrait, dans bien des cas, mettre sur la voie du diagnostic et désigner le sujet de la contagion.

Sauf les deux observations de de Aerld, on ne trouve guère, jusqu'à ce jour, dans la littérature médicale, d'autres faits comparables à ceux que je viens de rapporter. La possibilité, pour mon compte, d'avoir pu en recueillir trois cas, en très peu de temps, deux même en l'espace d'un mois, semble prouver que cette forme de variole est assez fréquente.

Quelle que soit la variété dans laquelle il plaira de ranger mes trois observations, elles prouvent au moins ceci. Lorsqu'on est en présence d'un malade offrant les symptômes de la période d'invasion de la variole, soit que ce malade se soit trouvé quelques jours auparavant en contact avec des varioleux, soit simplement en temps d'épidémie variolique, il ne faut point, tous les symptômes disparus, si on ne découvre aucune trace d'éruption, se hâter de porter le diagnostic : embarras gastrique, courbature, influenza, même *variola sine variolis*. Il faut attendre encore trente-six et même quarante-huit heures, afin que s'il n'existe que quelques macules toujours difficiles à découvrir, surtout à apprécier, elles puissent se trans-

former en papules ou mieux en pustules. Ce n'est donc qu'après ce laps de temps seulement qu'il est possible, dans ces sortes de cas, de poser un diagnostic certain. Le poser plus tôt serait s'exposer à commettre une erreur dont le malade au fond pourrait se féliciter, mais qui aurait chance d'être préjudiciable à l'hygiène publique. Dans les maladies infectieuses, en effet, ce ne sont pas les formes graves qui sont toujours les plus contagieuses, mais bien souvent les formes frustes, c'est-à-dire celles dont on ne se méfie pas.

M. Paul BONNARD

à Paris.

DE LA CRÉATION D'UN INSTITUT SPÉCIAL POUR L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES TUMEURS MALIGNES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Je crois une telle création tout indiquée par les circonstances, l'étude des tumeurs malignes paraissant plus urgente et plus difficile que jamais : plus urgente, car ces tumeurs, toujours incurables et mortelles, sont de plus en plus communes, à mesure que se répand l'alimentation azotée ; plus difficile, car la méthode d'observation, seule pratiquée aujourd'hui, n'a presque rien donné et ne laisse espérer tout au plus que des résultats trop lents.

Au point de vue nosologique, pour chercher à établir la nature microbienne du mal, pour dégager, isoler, s'il y a lieu, le germe microscopique, les bactéries décrites ayant été reconnues de simples saprophytes, deux essais sont indiqués : l'inoculation et, avant tout, la greffe. Sur l'homme, vos principes vous les interdisent. Il reste donc à les tenter sur les animaux.

Au point de vue thérapeutique, si l'on parvient à dégager plus ou moins le germe, il y aura lieu d'essayer directement sur lui les cultures et tous les agents pouvant le modifier. Avant cela, il y a lieu d'essayer sur ces tumeurs, systématiquement, à doses progressives, tous les agents qui paraissent le plus efficaces sur les néoplasmes les plus semblables par leur nature histologique, par leur développement et propagation : tels, ceux de la syphilis et de la tuberculose. Sur nous, vos essais sont très

réservés, ils seront plus hardis, variés, concluants et prompts sur les animaux.

Si tel est le programme des recherches sur les tumeurs malignes, l'utilité n'est pas douteuse, de la création d'un institut spécial pour leur étude expérimentale. L'homme de recherches, si admirable soit-il, n'aura rempli sa tâche, que s'il a cherché les conditions les plus favorables au succès de son travail.

M. FONTAN

Professeur à l'École de Médecine navale, Membre correspondant de la Société de Chirurgie, à Toulon.

SUR LE CATHÉTÉRISME DES VOIES BILIAIRES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Le cathétérisme des voies biliaires est une opération que l'on ne trouve guère décrite dans les auteurs français contemporains. Peut-être ne l'ont-ils jamais pratiquée méthodiquement ; aussi, c'est à peine si quelques-uns la mentionnent comme manœuvre accessoire au cours des cholécystotomies qui ont été publiées depuis quelques années.

J'ai eu l'occasion, depuis un an, de pratiquer deux fois ce cathétérisme pour des indications différentes.

Je parle ici d'un cathétérisme véritable, c'est-à-dire de l'introduction d'une sonde flexible ou demi-flexible, dans la vésicule d'abord, dans les voies biliaires ensuite. La sonde poussée jusque dans le canal cholédoque peut avoir pour but d'explorer les voies biliaires, ou de les dilater, ou d'en expulser un obstacle. Elle est donc, tantôt une méthode d'exploration, tantôt une manœuvre opératoire spéciale, annexée à une intervention chirurgicale plus complète.

La première idée de cette intervention revient à J.-L. Petit. Dans le cas de calcul présumé, il conseille l'exploration de la vésicule à l'aide d'une sonde boutonnée, assez pliante, introduite dans la canule d'un trois-quarts cannelé. Il cite, en outre, une observation dans laquelle, la vésicule étant ouverte, on réussit à faire pénétrer *une sonde courbe au-delà du pore biliaire*, et *jusque dans le canal cholédoque*.

Ces conseils ont passé inaperçus et même les auteurs actuels ne se préoccupent guère de cette exploration.

La ponction exploratrice de Harley (1), qui se fait *dans la région de la vésicule, vers le canal cholédoque*, à l'aide d'un stylet glissé dans la canule d'un trocart, n'est pas un cathétérisme des voies biliaires. Elle recherche les calculs, soit dans la vésicule, soit à travers sa paroi, soit à travers celle des canaux, et sans en emprunter le trajet.

Je pensais donc avoir été le premier à pratiquer le cathétérisme des voies biliaires, quand je communiquai à la Société de Chirurgie une première observation sur ce sujet à la fin de l'année dernière. J'ai trouvé depuis que l'opération a été exécutée plusieurs fois en Angleterre et en Allemagne, ainsi que cela est signalé dans un travail récent de Courvoisier, de Bâle (2). Enfin depuis ma communication ont surgi plusieurs travaux sur la matière: celui de Rose (3), celui de Calot (4), et enfin l'article en cours de publication de Terrier et Dally (5).

Obs. I. — La première de mes observations, que je rappelle en quelques mots, est relative à un homme de trente-six ans, le nommé Casella, qui était en traitement en septembre 1890, à Saint-Mandrier, pour un ictère prononcé. Cette jaunisse était survenue brusquement, sans cause apparente. Les urines, couleur de bière forte, tachaient le linge en jaune; les selles étaient fréquentes et blanches. Le pouls était à 62 et la température à 36°8.

Pendant quelques semaines, l'ictère augmenta, la peau prit une teinte jaune verdâtre avec macules très sombres; puis des taches de purpura, avec des démangeaisons. Enfin l'insomnie, l'amaigrissement progressif, l'aphonie, le dépérissement extrême et des hémorragies à répétition survenant par le nez et les gencives sont l'expression d'une *cholémie* véritable.

Appelé à donner mon avis sur l'état de ce malade le 17 octobre, je constate une tumeur située au-dessous du foie. Très volumineuse, cette tumeur occupe la région de la vésicule biliaire; elle n'est pas manifestement fluctuante, et présente une résistance inégale. Quoique attenante au foie, elle jouit d'une certaine mobilité. Les veines des parois abdominales sont développées. L'abdomen est gros, cylindrique, douloureux. Il n'y a pas d'ascite.

La présence de masses ganglionnaires dans les triangles de Scarpa et au-dessus de la clavicule, font incliner le diagnostic vers l'existence d'une tumeur maligne. Mais il reste obscur. Toutefois, la compression du canal cholédoque par une tumeur voisine est manifeste, et les dangers de la cholémie étant de plus en plus menaçants, je me décide à faire une laparotomie exploratrice, qui se terminera vraisemblablement par l'établissement d'une fistule biliaire.

Opération. — Incision de 10 centimètres sur le bord du muscle droit. Dès l'ouverture de la cavité abdominale, la vésicule fait hernie; elle ressemble à une vessie, mince, transparente et contient un liquide incolore. Au-dessus le bord du foie est net et refoulé. En bas et plus profondément, la main explore une énorme tumeur dure, fixe, inattaquable, et qui paraît occuper l'arrière-cavité des épiploons. Evidemment les canaux hépatiques et cholédoque sont comprimés par cette tumeur.

(1) *Traité des mal. du foie,* par Harley, trad. par Rodet, 1890, p. 353.
(2) *Recherches statistiques sur la chirurgie des voies biliaires,* Courvoisier, Leipzig, 1890.
(3) E. Rose. *Die conservat. chir. der Gallenblase und das Sondirung der Gallenwege,* Leipzig, 1590.
(4) Calot, *De la Cholécystectomie,* Th., Paris, 1891.
(5) Terrier et Dally. *Du Cathétérisme des voies biliaires. — Revue de chirurgie,* août 1891.

La vésicule étant fixée à la paroi péritonéo-musculaire par une couronne de catgut, je l'ouvre et j'en excise la portion exubérante. Il s'écoule 250 grammes de liquide clair sans odeur, riche en chlorure de sodium.

Dès lors l'efficacité d'une fistule biliaire étant nulle, je tente l'exploration des voies biliaires, avec une sonde flexible n° 12 d'abord, puis avec une sonde d'argent à courbure en partie redressée. Je pénètre ainsi jusque dans le canal cholédoque. En effet, après avoir buté vers le huitième centimètre (col de la vésicule), la sonde franchit un obstacle en étant assez fortement inclinée de gauche à droite, puis de haut en bas. Laborieusement la sonde est ainsi engagée de 16 centimètres. Après quelques minutes je retire la sonde d'argent, et je la remplace par une sonde rouge en caoutchouc n° 13. Elle pénètre à la même profondeur, et je la laisse en place.

Le lendemain, je retire la sonde.

Le surlendemain, les selles, très abondantes, contiennent une véritable débâcle de bile.

La sonde rouge est encore replacée à deux reprises pendant vingt-quatre heures cinq et huit jours après l'opération. La débâcle de bile continue, les urines sont moins foncées, l'ictère s'éclaircit quelque peu.

Cependant l'état général ne s'améliore pas, et l'homme s'éteint le 31 octobre, quatorze jours après l'opération.

L'autopsie montra que les voies biliaires étaient saisies et comprimées par un énorme cancer de l'épiploon gastro-hépatique, et qu'elles n'avaient nullement été lésées par les cathétérismes multiples qu'elles avaient subis.

Malgré le dénouement inévitable de cette observation, l'intervention opératoire, et spécialement le cathétérisme du canal cysto-cholédoque, sont parfaitement légitimés par les constatations de l'autopsie. Le cathétérisme a mécaniquement réussi, puisqu'il a provoqué des débâcles biliaires.

Obs. II. — J'ai pratiqué tout récemment une nouvelle cholécystotomie chez une jeune femme qui avait tous les signes de la lithiase biliaire : colique par crises, répétées cinq fois depuis le mois de juillet, ictère datant de plusieurs mois, concomitant avec une grossesse qui s'est terminée à six mois par un avortement, fièvre fréquente, troubles digestifs, maigreur extrême.

Il existe une tumeur dure au siège de la vésicule, et la pression y est très douloureuse. Les traitements médicaux étant restés sans effet, je pratique la cholécystotomie le 3 septembre.

Opération très simple, sans incident ; incision de 8 centimètres au bord du muscle droit. La vésicule est attirée et fixée avec du catgut ; puis ouverte. Elle contient six calculs de grosseur moyenne ; un septième engagé dans le col est extrait avec des pinces de Péan à mors effilés. Je pratique aussitôt le cathétérisme et une bougie uréthrale en gomme n° 12 de Charrière passe facilement jusqu'au quinzième centimètre, vers lequel elle rencontre un bouchon. Cet obstacle étant situé au delà de la portion spiroïde, j'estime qu'il ne peut être formé que par un calcul. Je remplace la sonde molle par une sonde d'étain, (Béniqué n° 28) redressée suivant l'indication fournie par la bougie en gomme. Le contact d'un calcul n'est pas très franc, mais il semble cependant que le cathéter bute contre une concrétion assez ferme. Je désunis alors un des points de catgut, j'introduis l'index dans la cavité abdominale, et en le portant le

long du Béniqué dont il n'est séparé que par la paroi du canal, j'arrive à l'extrémité en déprimant la paroi abdominale. L'index sent l'obstacle, lui fournit un point d'appui, et le Béniqué peut ainsi exercer quelque effort sur le bouchon. Presque aussitôt, je me suis rendu compte que le calcul, ou plutôt la masse à peine solidifiée qui engorgeait le canal, était désagrégée, et en effet je pus en ramener quelques détritus vers la vésicule biliaire.

Les suites ont été très simples. Actuellement, au seizième jour, il persiste encore une fistule biliaire; mais les selles sont colorées, l'ictère disparaît, et la guérison paraît assurée.

Le cathétérisme des voies biliaires peut se faire à ventre fermé (à travers la canule d'un trois quarts qui a ponctionné la vésicule), ou à ventre ouvert, c'est-à-dire après cholécystotomie. Une intervention mixte consisterait à se servir d'une fistule préexistante.

La méthode à ventre fermé n'est pas en question ici; je ne l'ai pas pratiquée ni même étudiée, et je ne crois pas qu'elle soit susceptible de succès, si ce n'est par une chance exceptionnelle. Au contraire, le cathétérisme, après cholécystotomie ou agrandissement d'une fistule, est très praticable, quoi qu'en disent quelques anatomistes.

A l'amphithéâtre, il est vrai, les difficultés sont souvent grandes, sur le cadavre sain, et j'ai dû plusieurs fois renoncer à le pratiquer. L'étroitesse du col de la vésicule, du *pore biliaire*, comme dit J.-L. Petit, la présence de quelques cryptes, qui semblent inviter l'instrument à faire fausse route, puis la direction et la disposition valvulaire de la portion spiroïde, *ou canal intermédiaire*, qui forme une sorte d'hélice entre la vésicule et le canal cystique, enfin le coude formé par celui-ci à sa réunion avec le canal hépatique, telles sont les difficultés que présentent ces voies lorsqu'elles sont saines. Sur le cadavre on réussit cependant le plus souvent, en tâtonnant avec des bougies assez fines, et j'ai pu faire pénétrer jusqu'à une profondeur de 15 à 16 centimètres des bougies des nos 8 à 10 de Charrière. Or, comme la vésicule mesure 8 centimètres de profondeur, a portion spiroïde 1 et demi, le canal cystique 3, et le cholédoque 5 ou 6, soit environ 18 centimètres, on voit qu'une sonde introduite à 16 centimètres arrive assez près de l'ampoule de Vater.

J'ai recommandé ailleurs, pour cathétériser sûrement, de suivre le plan inférieur de la vésicule, après l'avoir modérément tendue en avant, puis de décrire un mouvement de vis, qui, du reste, n'est pas toujours nécessaire, afin d'accommoder la progression de l'instrument à la direction de la portion spiroïde. Enfin, si l'instrument est rigide, il faut le faire basculer de haut en bas après 10 ou 11 centimètres de parcours; faute de quoi, j'ai parfois trouvé la sonde introduite dans le canal hépatique.

Mais si l'on opère sur le vivant dans le cas d'obstruction des canaux vecteurs de la bile, ou sur le cadavre d'un sujet atteint de lithiase biliaire, on est souvent surpris de la facilité avec laquelle on peut y pousser des

sondes solides ou demi-flexibles. Le manuel du cathétérisme ne répond plus alors aux règles que je viens de donner. Sans doute, il faut toujours chercher à le méthodiser, mais la meilleure part du succès revient à des changements de calibre, qui modifient entièrement les conditions, et facilitent singulièrement la besogne.

De quels instruments faut-il se servir? Disons de suite qu'il n'en est point de spéciaux, et que les cathéters de l'urèthre peuvent être utilisés, pourvu qu'ils n'aient pas une courbure fixe.

Les instruments flexibles, inoffensifs, et qui peuvent être très fins seront toujours essayés les premiers. Ils suffisent souvent pour l'exploration, et notamment quand les voies sont libres. Mais ils butent et s'arrêtent plus facilement que les sondes rigides, et, d'autre part, dans le cas d'un obstacle, ils ne donnent pas nettement les renseignements cherchés sur les qualités physiques de cet obstacle. Le cathéter métallique vaut alors beaucoup mieux. S'il est malléable il devient excellent. Les plus petits Béniqué remplissent bien ces conditions. Il faut leur donner, soit une courbure très allongée, soit une forme dite à béquille, soit encore telle autre courbure qu'un précédent sondage aura fait supposer. Je suis convaincu que dans la grande majorité des cas, on réussira ainsi, avec des instruments vulgaires, maniés d'une main légère et prudente, presque aussi facilement que dans l'urèthre, bien plus aisément en tout cas que dans l'uretère.

Je me résume en formulant les conclusions suivantes :

1° Le cathétérisme des voies biliaires est une opération bien française puisqu'elle a été imaginée et exécutée par J.-L. Petit.

2° Il est le complément indispensable de toute cholécystotomie.

3° Il peut être simplement *explorateur*, ou constitue une *action thérapeutique*, annexée à d'autres interventions plus complexes, telles que la lithothripsie, etc.

4° Le cathétérisme *à demeure* sera pratiqué dans le but de dilater un rétrécissement, ou d'effacer un obstacle de la paroi.

5° Laborieux quand les voies biliaires sont normales, le cathétérisme est presque toujours praticable, quand elles ont été dilatées par une rétention biliaire avec ou sans calcul.

6° En tout cas, s'il est pratiqué avec prudence, il n'entraîne aucune aggravation dans le pronostic des opérations dont il constitue une annexe de la plus grande utilité.

M. VILLARD

Professeur de Clinique médicale à l'École de Médecine de Marseille.

CHLOROSE ET PHLEGMATIA

— Séance du 23 septembre 1891 —

En feuilletant les observations recueillies dans mon service de clinique à l'Hôtel-Dieu, pendant l'année 1890, j'ai retrouvé celle d'une jeune fille chlorotique chez laquelle est survenu un œdème blanc douloureux, en dehors de toutes les causes ordinaires de cet accident. Cette curieuse coïncidence soulève, aux points de vue clinique et pathologique, des problèmes fort intéressants dont l'étude, presque toute neuve encore, m'a paru digne d'être reprise à propos de l'histoire de ma malade.

Observation. — Il s'agit d'une jeune fille de vingt-deux ans, originaire du Cantal, dont la grand'mère aurait été chlorotique dans sa jeunesse et dont la sœur l'est aussi actuellement. Elle-même, toujours bien réglée depuis l'âge de treize ans, exerçait une profession pénible dans des conditions hygiéniques défectueuses (cuisinière). Cependant, sa santé resta bonne jusqu'en 1889. Elle eut alors l'influenza; rapidement guérie, elle ne conserva qu'une toux légère revenant par accès, sorte de toux nerveuse, suivant son expression.

En mars 1890, ses règles, retardées de trois semaines, sont moins colorées, fugaces, et depuis n'ont plus reparu. C'est de cette époque que datent les symptômes de sa chlorose. Elle entre d'ailleurs à l'hôpital pour un accident qui a suivi de près l'apparition de cette chlorose.

Le 7 avril, après un malaise et un peu de fièvre, elle ressent brusquement dans la jambe gauche une douleur assez intense. Le lendemain, elle constate à la face interne de la cuisse malade un cordon rosé sensible à la pression.

Le 11 avril, étant encore au lit, elle éprouve le même phénomène à la cuisse droite, qui est de plus tuméfiée. La fièvre, qui existait depuis le 7, augmente alors. Sa phlébite gauche, par contre, s'améliorait rapidement.

État actuel. — Le 3 mai, teint cireux, décoloration des muqueuses conjonctivale et buccale. Pas trace de scrofule. Rien aux poumons. Appétit capricieux et diminué. Alternatives de constipation et de diarrhée.

Essoufflement, palpitations au moindre mouvement.

Frémissement des jugulaires. Souffle continu avec renforcement systolique à leur niveau.

Les limites du cœur sont normales. Souffles chlorotiques à la pointe et aux orifices pulmonaire et aortique.

L'examen du sang révèle une diminution notable des globules rouges et de l'hémoglobine. Urines normales. Organes génitaux urinaires intacts. Le membre inférieur gauche paraît sain. Le droit est fortement œdématié. Cordon doulou-

reux et dur le long de la veine fémorale. Ganglion douloureux à l'aine du même côté. La température générale du corps dont le tracé a été pris avec soin était au-dessus de la normale.

Le 12 mai, les phénomènes locaux ont presque disparu. Seul sur la face dorsale du pied droit persiste un petit noyau dur, faisant corps avec une des veines de cette région, et due à une coagulation qui s'était faite pendant la phlegmatia. La température est au-dessus de 37°.

Le 15, douleur au mollet gauche. OEdème localisé d'abord à la jambe, puis gagnant les parties supérieures. A l'aine, du même côté, induration ganglionnaire. La température, qui était la veille à 38°3, s'élève à 39°5. Le 1er juin, la température descend à 37°. Amélioration notable dans les phénomènes locaux. Le petit noyau de la face dorsale du pied gêne la malade qui demande qu'on l'en débarrasse. Après anesthésie locale, l'ablation en est faite par le professeur Combalat avec tous les soins antiseptiques et le fragment veineux est confié à M. le professeur Nepveu qui doit l'examiner au microscope. Cicatrisation rapide par première intention.

Tous les signes de la chlorose semblaient parallèlement s'amender, quand, le 9, la malade, qui se levait depuis deux jours, éprouve une vive douleur dans les reins. Le lendemain, le membre inférieur gauche est très sensible, tuméfié et présente une induration assez notable le long de la veine fémorale La fièvre a reparu dès la veille et augmente encore. Circulation collatérale très nette.

Le 15 juin, grande amélioration, mais la température est encore à 38°9. Dès ce jour, elle tend à baisser et, le 20, elle tombe à 37°.

La guérison est complète le 30 juin, et la malade sort ne conservant qu'un léger œdème de la jambe gauche.

Remarquons tout d'abord qu'ici l'on ne peut incriminer les causes habituelles de thrombose des gros troncs veineux; il n'y a pas l'influence puerpérale, pas de maladie infectieuse actuelle, pas de rhumatisme, pas de tuberculose, pas de cancer, pas même de dilatation d'estomac. Il est donc impossible de méconnaître le rôle de la seule maladie dont l'existence fût réellement établie, c'est-à-dire de la chlorose.

Or, il n'est pas fréquent d'observer des faits de ce genre, et leur explication pathogénique n'est pas encore définitivement fournie.

Si l'on est fixé aujourd'hui sur la nature de la phlegmatia puerpérale, sur celle de la fièvre typhoïde, de la pneumonie, etc..., si l'on connaît bien les thromboses du cancer et de la tuberculose, il n'en est pas de même de celles qui surviennent chez les chlorotiques.

Trousseau, dans ses leçons cliniques, en avait déjà le premier cité une observation. Mais ce n'est qu'en 1877 que reparaît en France une nouvelle observation due à MM. Hanot et Mathieu. Depuis, on en a publié un certain nombre. Quelques thèses ont même été faites sur le sujet. La plus récente est celle de M. Proby (Lyon 1889). Elle a été suivie, en 1890, d'une leçon très intéressante de M. Rendu, parue dans la *Semaine médicale*.

Il ressort des travaux précédents que la phlegmatia *alba dolens* est rare chez les chlorotiques.

A en juger par notre observation, pour expliquer la complication il ne faut pas faire intervenir la longue durée de la chlorose, notre cas étant précisément le plus démonstratif quant à la possibilité d'un court intervalle dans la succession des deux maladies. Ce que je note, c'est, au contraire, la date récente de la chlorose et son évolution rapide.

L'histoire clinique de ces phlébites est celle de toutes les phlegmatia, avec cette particularité qu'ici se manifestent d'une façon frappante la tendance à la bilatéralité et la fréquence des récidives.

C'est surtout le point de vue pathogénique qui me paraît le plus intéressant et le plus délicat à étudier. Or, l'anatomie pathologique de ces phlébites, qui pourrait éclairer la question, n'a pas encore été faite. Nous avions en main un fragment de veine enlevé pendant la vie, mais il s'agissait d'un caillot périphérique dont le mécanisme pouvait être tout particulier. Quoi qu'il en soit, voici le résultat de l'examen fait par M. le professeur Nepveu :

« Deux parties sont à étudier dans cette pièce : 1° la paroi veineuse; 2° le contenu.

» 1° Le contenu est formé de sang liquide et d'un caillot latéral, ancien, organisé, spongieux, adhérent à la paroi. En quelques points, il est séparé de celle-ci par un lac sanguin tapissé d'épithéliums du côté de la veine. Il est traversé par des cavités irrégulières remplies de sang liquide communiquant entre elles et s'ouvrant dans la lumière de la veine. En certains points, cette masse, comme caverneuse, est traversée par des éléments de tissu conjonctif jeune déjà développé.

» 2° La paroi ne présente plus de fibres musculaires lisses, elle est amincie à un haut degré, et n'est indiquée dans les coupes longitudinales que par la continuité des parties supérieures avec elle et, par place seulement, par la persistance de la couche épithéliale de la tunique interne.

» Elle est traversée en divers sens par des vaisseaux capillaires très dilatés, volumineux, qui sont des vasa-vasorum à n'en pas douter. Ces vasa-vasorum se mettent en communication avec les cavités du caillot. En dedans de la paroi on trouve, du côté du caillot, en une certaine partie et non sur toute la périphérie de la veine, un chevelu considérable de fins vaisseaux qui communiquent à travers les parois avec la masse spongieuse de l'intérieur. En résumé, caillot vascularisé, mis en communication large avec le courant veineux d'une part, avec de nombreuses petites veinules périphériques d'autre part, par l'intermédiaire de vasa-vasorum très dilatés dans une paroi veineuse atrophique. »

La présence de micro-organismes n'est pas signalée par M. Nepveu.

Nous n'osons, d'après les lésions qui viennent d'être décrites, préjuger de celles qui existent dans les gros troncs veineux oblitérés. Du reste, chaque fois qu'il y a phlébite, une question se pose. Est-ce la paroi veineuse qui a

été le premier facteur du processus? est-ce, au contraire, la formation du caillot? La solution semble bien établie aujourd'hui et on conclut à la priorité de la lésion pariétale. L'opinion de Cruvelhier, longtemps oubliée, a enfin prévalu sur la théorie marastique et mécanique de Virchow.

Pour ce qui est de la chlorose, on peut se demander si cette lésion de paroi est réellement de nature inflammatoire ou si elle n'est pas la conséquence d'un processus dégénératif survenu à la faveur de la cachexie.

Mais, comme le fait remarquer M. Proby, on n'est pas fixé sur la nature même de la chlorose. Sans doute elle s'accompagne de dyscrasie sanguine, mais peut-on la considérer comme une vraie cachexie? Elle n'est assurément pas assimilable au cancer et à la phtisie.

Les lésions sont très probablement de nature inflammatoire, comme dans les autres phlegmatia.

La difficulté se montre quand on cherche à préciser l'agent provocateur de ces lésions irritatives.

Aujourd'hui, la nature infectieuse des thromboses puerpérales, typhoïdiques, cachectiques, etc., semble parfaitement démontrée. Peut-on assimiler à la chlorose les notions acquises pour ces différentes formes? Pour enlever les doutes, il faudrait que la culture du sang pendant la vie révélât l'existence de micro-organismes et que ceux-ci fussent retrouvés dans le caillot et les parois veineuses. Or, les autopsies manquant, la deuxième partie de cette démonstration doit faire aussi défaut. Il est bon cependant de noter que, sur quatre cas observés par M. Proby, au cours desquels il a fait la culture du sang, il a eu un résultat positif. De mon côté, j'ai confié à M. Bossano, expert en la matière, le soin de faire les mêmes recherches dans le sang de ma malade et son examen a été également couronné de succès. Il est donc permis, malgré les réserves qui viennent d'être faites, d'espérer qu'un jour ou l'autre on pourra fournir, pour la phlegmatia chlorotique, des résultats aussi concluants que ceux obtenus pour les autres variétés.

La plupart des auteurs expliquent les lésions veineuses par une action du liquide en circulation exercée directement sur l'endothélium. On peut cependant se demander s'il en est toujours ainsi et si l'endothélium n'est pas touché par un autre mécanisme que ce contact microbien. N'est-il pas permis d'assimiler ce qui doit se passer dans la veine, au processus qui a été démontré dans l'artérite des gros troncs par Hippolyte Martin? Dès lors, ne faudrait-il pas peut-être admettre dans les parois veineuses, destinées à créer la coagulation, une lésion préalable d'origine microbienne ou autre portant sur les vasa-vasorum? Il n'est pas démontré, en effet, d'une manière certaine que l'endoveine puise uniquement sa nourriture dans le liquide circulant en contact immédiat avec elle, et que des matériaux ne lui soient pas fournis par les artérioles nourricières des parois. D'autre part, il est remarquable que les veines qui sont prises dans

la phlegmatia sont précisément celles de gros calibre, c'est-à-dire celles qui non seulement possèdent le plus de vasa-vasorum, mais où encore ceux-ci pénètrent le plus profondément jusqu'à la limite des dernières lames élastiques voisines de la couche sous-endothéliale. Il est d'ailleurs plus aisé de concevoir que la coagulation se fasse d'abord dans ces vaisseaux à lumière étroite. Le résultat de cette sorte de capillarite oblitérante est l'altération à la fois irritative et dégénérative des tuniques et particulièrement de l'endothélium, dont la conséquence est la thrombose par le processus déjà connu. Dans cette hypothèse on s'explique doublement les poussées fébriles antérieures à la formation du caillot, elles coïncideraient avec les premiers phénomènes inflammatoires des parois et avec l'infection causale. On comprend donc pourquoi, dans quelques cas, les douleurs peuvent exister déjà alors même que la veine est souple encore et que même parfois les phénomènes généraux dus à l'infection n'aient pas encore paru.

Quoi qu'il en soit, il résulte en somme de tout ceci que l'origine microbienne est la plus apte à expliquer la phlegmatia chlorotique. En découle-t-il que je me rattache à la théorie infectieuse de la chlorose elle-même? Non, bien évidemment. Je ne veux rien préjuger de la pathogénie si obscure de cette maladie, bien que, dans le cas actuel, on puisse établir des rapports de chronologie fort intéressants entre elle et l'influenza qui l'a précédée. Il s'agit seulement d'un élément infectieux quelconque se surajoutant à l'affection première.

On connaît bien aujourd'hui les infections secondaires survenant dans les maladies aiguës; on a bien étudié aussi celles qui se produisent au cours et surtout au déclin des cachexies. Or, c'est à une circonstance de ce genre que semble devoir être attribué le rôle créateur de la phlébite d'abord, de la thrombose ensuite. Les résultats des recherches microbiennes corroborent cette idée, car elles n'ont abouti qu'à la découverte de microcoques vulgaires, sans caractères propres. Je conclus donc que, dans certaines conditions, chez certaines chlorotiques, le sang s'infectant accidentellement charrie des germes qui s'arrêtent aux points vulnérables de l'endoveine pour y déterminer finalement la formation d'un coagulum.

Quelle serait ici l'origine de cette infection accidentelle? Je suis tenté, je l'avoue, de la faire remonter à l'époque de l'influenza signalée dans les antécédents de la malade. Cette affection, sans doute de nature microbienne elle-même, a bien pu déterminer chez un organisme prédisposé, les altérations propres à la chlorose et favoriser l'infection secondaire cause de la phlébite. Ce dernier accident s'est produit, il est vrai, quatre mois après la grippe. Mais il n'y a là rien qui soit en opposition avec ma manière de voir, car on sait que si les infections secondaires sont contemporaines des maladies aiguës, leurs accidents sont, au contraire, fréquemment tardifs.

M. VILLENEUVE

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

CONSIDÉRATIONS SOMMAIRES SUR SOIXANTE LAPAROTOMIES POUR CAUSES DIVERSES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Ces opérations se décomposent ainsi :

AFFECTIONS GÉNITALES DE LA FEMME

19 ovariotomies	1 mort.
2 kystes du ligament large.	
17 oophoro-salpingectomies	3 morts.
1 ovariectomie suivie d'hystéropexie.	
7 hystérectomies abdominales	1 mort.
3 suppurations pelviennes	1 mort.

AFFECTIONS DE L'INTESTIN

2 plaies de l'abdomen et des intestins. Entérectomies et sutures intestinales	2 morts.
2 étranglements internes	2 morts.
2 fistules pyo-stercorales. Entérectomie	1 mort.
1 id. résection du cœcum	Mort au 52e jour.
1 kyste hématique du mésentère.	

FOIE

3 kystes du foie	2 morts.

Je n'ai rien à dire de spécial sur les dix-neuf ovariotomies pour kystes uni ou multiloculaires.

Sur les sept hystérectomies, quatre ont été faites avec pédicules externes. Une seule a été suivie de mort, par hémorragie. Le pédicule, très volumineux et insuffisamment ligaturé sans doute, doit être ici incriminé.

Les trois autres hystérectomies avec pédicule externe sont intéressantes à divers titres. L'une d'elles portait sur une énorme tumeur, du poids de 9 kilog. 500 gr.; les deux autres ont été pratiquées pour des kysto-myomes volumineux et adhérents.

Restent trois hystérectomies faites avec pédicule intra-abdominal et suivies de guérison. Je n'ai pas encore employé le lien de caoutchouc comme ligature définitive.

Dans ma dernière opération, pratiquée le 25 août dernier, je tombais sur un fibro-myome, gros comme une tête d'enfant, enclavé et moulé sur le petit bassin, de manière qu'il me fut impossible, malgré une large ouverture abdominale suivie d'éviscération complète, de l'amener au dehors. Je fis alors le morcellement après avoir, non sans peine, serré une ligature élastique provisoire aussi bas que possible. La tumeur, réduite, put alors être mobilisée, les adhérences détachées, le pédicule façonné et ligaturé à la soie. Après quelques symptômes alarmants, l'opérée est actuellement complètement guérie.

— J'ai pratiqué dix-sept oophoro-salpingectomies, quatorze fois des deux côtés; trois fois la myomectomie pour tumeur de l'utérus ou du ligament large a été faite en même temps. J'ai eu à déplorer trois morts, une par hémorragie, l'autre par septicémie, un troisième décès est survenu avec ces phénomènes de collapsus que l'on est convenu d'appeler *choc*.

Dans un cas, j'ai rencontré un ovaire entièrement calcifié. La nature probable de cette tumeur, qui déterminait des douleurs très vives, avait été reconnue par l'examen, à cause de sa dureté et de son irrégularité. Une autre opération a été suivie de suture intestinale, pour une perforation avec abcès limité, suite de pincement latéral de l'intestin dans une opération précédente.

Deux kystes du ligament large, dont un suppuré, ont guéri, ainsi qu'une hystéropexie, pour rétroversion utérine adhérente, irréductible, compliquée d'ovaire kystique à gauche, qui a été enlevé en même temps.

Je classe sous le nom de suppurations pelviennes des cas complexes, difficiles à placer ailleurs.

Dans le premier et relativement le plus simple de ces cas, il y avait abcès du ligament large, ouvert par incision de la fosse iliaque, et périsalpingite suppurée, que la laparotomie a évacuée et guérie.

Le second a trait à une ancienne salpingo-ovarite, ayant déterminé l'adhérence d'un paquet considérable d'anses intestinales agglutinées, dans la fosse iliaque, et très difficiles à dérouler et à libérer.

Le troisième cas, plus grave encore, a été suivi de mort. Il s'agissait d'une femme dont le col utérin, entièrement oblitéré par une amputation antérieure, avait déterminé de l'hématométrie. Après avoir, dans une première opération, rétabli la perméabilité du canal, je pratiquai la laparotomie qui me conduisit sur un paquet intestinal, que des adhérences épaisses et compactes unissaient aux parois du bassin et de l'utérus. Au cours des tentatives de libération, le méso se déchira largement et je me vis forcé de pratiquer une résection de 35 centimètres d'intestin grêle, suivie de suture immédiate bout à bout. La femme, affaiblie par de longues souffrances, succomba le lendemain à des phénomènes de collapsus.

J'ai le regret de ne pas avoir pratiqué dans ce cas l'hystérectomie vaginale par morcellement. C'est la seule opération qui put avoir, dans ce cas, quelque chance de guérison.

Les deux laparotomies pour plaies abdomino-intestinales ont été faites pour des cas extrêmement graves, et comme offrant aux blessés une dernière et bien aléatoire chance de salut.

Il s'agit, dans le premier cas, d'une nourrice de quarante-deux ans qui reçut dans le ventre un coup violent de timon d'omnibus, le 14 mars 1891. L'opération a été pratiquée vingt-deux heures après l'accident. La peau était intacte, mais les muscles, les aponévroses et le péritoine, déchirés transversalement dans une grande étendue, de sorte que les intestins furent rencontrés directement sous la peau. Près du cœcum, le mésentère était déchiré sur une étendue de vingt centimètres, et l'intestin grêle correspondant contusionné, affaissé et noirâtre. Résection et suture de l'intestin, ainsi que de la plus grande partie de la plaie abdominale. A l'extrémité de la déchirure, vers le flanc droit, les muscles réduits en bouillie ne peuvent se suturer. Cette partie est soigneusement bourrée avec un pansement de Mikulicz, après suture du péritoine à la peau. Mort à 8 heures du soir, après un commencement de réaction. L'autopsie a montré une déchirure de la partie postérieure du foie et de la corne inférieure du rein.

Le second cas est plus intéressant.

Le 1er mai, à 9 heures du soir, un homme de quarante ans est frappé d'un coup de couteau dans le flanc droit. Issue d'une anse d'intestin entièrement saine. Laparotomie *une heure* après. Je trouve trois perforations de l'intestin grêle, et une plaie de six centimètres sur le méso correspondant. Matières fécales et grains de haricots dans le péritoine. En continuant à dérouler l'intestin, un flot de sang noir apparaît dans la région du cœcum. La main introduite au fond du bassin ramène une grande quantité de caillots, mais le sang continue à couler abondamment et il est impossible de voir avec précision quelle en est l'origine ; aussi, sans prolonger outre mesure cette recherche dangereuse, je comprime solidement par un pansement de Mikulicz. Les intestins et le péritoine soigneusement lavés à l'eau salée, je résèque la partie lésée de l'intestin, sans réséquer le mésentère correspondant, qui est plié, ses bouts saignants affrontés et réunis par une suture en surjet. Les deux bouts de l'intestin suturés par le Lembert et le ventre refermé. Mort dans la nuit.

L'autopsie, faite par M. le Dr Flavard, a montré toutes les sutures parfaitement étanches, mais l'hémorragie reproduite sous le Mikulicz. Elle provenait d'une plaie du psoas; il faut noter qu'il a été impossible, malgré une recherche minutieuse, de trouver le vaisseau blessé, cause de cette hémorragie abondante, et très probablement de la mort elle-même.

Les deux cas d'étranglement interne sont relatifs, l'un à une invagination de l'intestin grêle, chez une femme; l'opération a été faite certainement trop tard (au neuvième jour), ce qui rend compte de l'insuccès.

Le second cas a trait à un homme pris subitement dans la nuit de violentes coliques, avec symptômes d'étranglement. Amené à l'hôpital le 6 mars 1891, soixante-douze heures après le début de l'affection, M. le Dr Gilles lui administre

un lavement électrique de Lerat, sans résultat. Laparatomie le lendemain matin. Je trouve rapidement, à la partie médiane du ventre, un anneau tranchant et serré, étranglant environ 40 centimètres d'intestin grêle, rouge et congestionné. Cette bride tranchante est coupée, les deux bouts tordus et le ventre refermé. L'opération n'a pas duré vingt-cinq minutes.

Le lendemain, le malade est très bien. Il a eu une selle. Le ventre est souple et indolore. A midi, il est pris brusquement de suffocation, et il succombe trois heures après, malgré l'application de ventouses, l'administration d'acétate d'ammoniaque, etc.

L'autopsie a montré une forte congestion pulmonaire avec noyaux apoplectiques.

Ici encore je crois que l'opération, pratiquée plus tôt, eût été suivie de succès. Le malade est, comme je l'ai dit, arrivé à l'hôpital soixante-douze heures après le début des accidents. C'était déjà trop. Mais si j'avais pu l'opérer, immédiatement après l'insuccès du lavement électrique, j'eusse été dans des conditions meilleures.

— J'ai noté à la colonne des morts comme deux insuccès mes deux opérations de fistules pyo-stercorales. J'aurais pu pourtant les considérer comme des succès sinon thérapeutiques, du moins opératoires.

Il s'agit en effet, dans un premier cas, d'une jeune femme phtisique, qui portait une fistule intestinale dans l'aine droite. J'ai incisé, reséqué le trajet, ouvert le péritoine, libéré l'intestin que j'ai fermé par une suture latérale. Elle a succombé plusieurs semaines après, aux progrès de son affection pulmonaire, sans que sa plaie opératoire, qui a suppuré il est vrai, ait jamais plus laissé passer de matières intestinales.

Le second cas est relatif à un cocher, porteur d'une fistule pyo-stercorale de la fosse iliaque droite, pour laquelle il avait déjà subi un grand nombre de traitements : électrolyse, thermo-cautère, avivements, etc. L'opération pratiquée le 13 décembre 1890, me conduit sur le cœcum considérablement épaissi et dilaté. Il formait une poche à parois épaisses comme du carton mouillé, de la grosseur des deux poings. Cette hypertrophie se continuait en diminuant graduellement, sur le côlon ascendant. J'ai réséqué le cœcum tout entier, en commettant la faute de ne pas remonter assez haut sur ce côlon altéré. L'intestin grêle obliquement sectionné a été suturé au côlon, le trajet fistuleux réséqué, et la plaie drainée et suturée.

Les suites ont d'abord été très favorables. Mais, au bout de quelques jours, il s'est établi une diarrhée persistante et incoercible, qui a fini par emporter le malade cinquante-deux jours après l'opération.

Je relaterai moins sommairement une observation de kyste hématique du mésentère, car ces tumeurs sont encore peu connues.

Il s'agit d'un homme de cinquante-trois ans, ayant eu de l'anasarque il y a six ans, et de la bronchite emphysémateuse l'hiver passé, mais en très bonne santé au moment où il sentit un poids et une gêne dans la partie latérale gauche du ventre, ce qui ne l'empêcha pas de se livrer à ses occupations habituelles et de faire plusieurs kilomètres par jour. Pendant un mois, le ventre grossit, mais

sans douleurs notables, lorsqu'un jour elles devinrent assez fortes pour l'obliger à s'aliter. M. le Dr Alezais, qui le voit à ce moment, ne constate ni fièvre, ni vomissements, ni troubles intestinaux, mais seulement une volumineuse tumeur de l'abdomen un peu douloureuse à la palpation, et empêchant entièrement la marche.

Appelé moi-même par mon distingué collègue des hôpitaux à voir le malade, je constate que la tumeur, fluctuante, tendue, remplit tout le flanc gauche, la région péri-ombilicale jusqu'à l'hypochondre droit. En haut, elle est séparée par une bande sonore de la matité cardiaque; à droite, elle se confond presque avec la matité hépatique. La sonorité est franche dans le flanc droit, l'exploration méthodique du rein ne révèle rien de spécial.

L'opération, pratiquée le 23 juin, fut commencée par une incision médiane sur la partie saillante de la tumeur, entre l'appendice xyphoïde et l'ombilic. J'arrive sur le bord tranchant du foie, rouge vineux, gras, légèrement adhérent au péritoine pariétal, et fortement au côlon transverse.

L'incision est prolongée en bas jusqu'à cinq travers de doigt de la symphise, à travers des parois abdominales chargées de graisse, très épaisses. J'arrive sur la tumeur qui adhère en haut au côlon transverse, et s'enfonce en bas sous le paquet intestinal, jusque dans la fosse iliaque gauche. La main introduite en dessous arrive à la contourner, en suivant les parois du bassin jusqu'au niveau de la colonne lombaire. Mais il est impossible de la faire basculer. Elle est alors ponctionnée avec le gros trocart à kyste. Il s'écoule plus de deux litres de sang presque pur, rouge vif. Les bords de l'incision sont agrandis, saisis par des pinces en T, car ils sont très friables, et la main introduite jusqu'au coude dans l'intérieur de ce vaste sac ramène une grande quantité de caillots, d'abord noirs, puis de plus en plus décolorés, et enfin des lambeaux fibrineux stratifiés, en tout semblables à ceux que l'on rencontre dans les hématocèles vaginales. Mais la paroi saigne quand on enlève ces derniers. Je m'arrête et je cherche avec précaution à détacher les adhérences, sans crever la poche. Comme elle est surtout libre en arrière, j'essaie de la faire basculer, et, pour y parvenir, je pratique rapidement l'éviscération. Je constate alors son indépendance d'avec la rate, et son implantation profonde en avant de la colonne vertébrale. Il me paraît évident que ce kyste s'est développé dans le mésocôlon transverse, dont la lame inférieure surtout s'est laissé distendre par l'épanchement sanguin.

Convaincu de l'impossibilité de pratiquer l'énucléation complète, je résèque le plus que je peux des parois de la poche que je suture en collerette au péritoine et à la peau, par 40 points de suture au crin de Florence.

La plaie péritonéale est fermée par deux étages de surjet à la soie, et la peau au crin de Florence également. Enfin, ce qui reste de la poche est bourré par un pansement de Mikulicz au centre duquel est maintenu un gros drain de 30 centimètres de longueur.

L'opération a duré deux heures, dont quinze minutes pour obtenir l'anesthésie.

Les suites ont été assez simples, avec pourtant des signes assez persistants de collapsus. Le thermomètre a oscillé entre 36°8 et 37°1. La voix est cassée, le pouls faible, et aux 6e et 7e jours, des selles mêlées de sang.

Mais, au bout de trois semaines, les forces et l'appétit se sont rétablis, le trajet comblé, et l'opéré est parti le 12 août pour Granville, n'ayant plus qu'une fistule sans importance.

Je serai très bref sur ce qui me reste à dire au sujet de trois kystes du foie.

Les deux premiers, volumineux et malheureusement suppurés à la suite de ponctions, ont été suivis de mort. C'étaient évidemment de très mauvais cas, qui montrent une fois de plus la nécessité d'opérer de bonne heure et de tout faire pour éviter l'infection.

Et, en effet, mon troisième cas, opéré avec le concours de MM. les docteurs Teissier et Boy-Teissier, a été suivi du succès le plus complet. Mais la laparotomie a été faite de bonne heure, et avant toute autre intervention. Le kyste était pourtant très étendu et occupait toute la face inférieure du foie. Ici encore je n'ai pu faire l'extirpation complète, et ai dû me contenter de la *marsupialisation*.

M. SIRUS PIRONDI

Associé national de l'Académie de Médecine, Professeur honoraire à l'École de Médecine de Marseille.

TRAITEMENT DE L'ANTHRAX, DU FURONCLE ET D'AUTRES INFLAMMATIONS DU DERME, PAR LES PULVÉRISATIONS PHÉNIQUÉES

— Séance du 23 septembre 1891 —

I

Dans la séance du 17 janvier 1888, M. le professeur Verneuil faisait à l'Académie de Médecine une communication fort intéressante sur le traitement de l'anthrax.

« Depuis bientôt quarante ans, disait-il, que je fais de la chirurgie, le » traitement de l'anthrax a bien varié et a tendu à devenir de moins en » moins chirurgical.

» Dès que le thermo-cautère a été introduit dans la pratique, j'ai sou- » vent substitué son emploi à celui des instruments tranchants et j'en » étais là dans ma pratique, lorsqu'en 1883, j'observai un cas d'anthrax » grave, dans lequel, avant l'intervention chirurgicale, j'eus l'occasion » d'employer la pulvérisation phéniquée à demeure comme moyen de » désinfection et d'attente.

» L'amélioration, que je n'espérais point de cette pratique exclusive, fut

» si grande que le traitement chirurgical en demeura là, et que je me mis » à réfléchir à cette nouvelle méthode. »

Messieurs, le résultat final de ces réflexions a porté M. Verneuil à se servir depuis lors, et pour ainsi dire exclusivement, des pulvérisations contre les anthrax, petits, moyens et grands, diabétiques ou non, douloureux ou indolents, encore fermés ou déjà largement ouverts, par sphacèle spontanée ou par action chirurgicale.

Ce mode de traitement si simple s'est montré supérieur à tous les autres, en faisant cesser les souffrances et en amenant promptement la limitation du mal. — Et l'on comprendra facilement que si la pulvérisation phéniquée peut, à elle seule, triompher de l'anthrax, même volumineux, *a fortiori* devait-elle avoir facilement raison du furoncle qui n'en est que le diminutif. M. Verneuil put, en effet, constater bientôt que la pulvérisation phéniquée, employée dès le début, prévenait l'évolution du furoncle en fort peu de temps.

Les travaux et communications scientifiques de notre éminent collègue sont toujours empreints d'un cachet d'exactitude qui ne laisse pas place au doute. D'ailleurs, M. Verneuil avait eu soin d'appuyer son importante communication par un nombre considérable d'observations cliniques, soigneusement recueillies.

Frappé à mon tour des résultats si heureux obtenus par un procédé thérapeutique si facile à appliquer, je résolus de bénéficier de l'occasion que j'avais d'en faire un essai quotidien, sur une vaste échelle, et avec d'autant plus d'empressement que, en définitive, en cas d'insuccès, cet essai ne pouvait en aucune façon aggraver l'état morbide.

Mais qu'on me permette ici une considération préliminaire. Sans contester — ce qui est incontestable — l'action et l'influence des diathèses sur les lésions locales, il faut reconnaître que très souvent les anthrax et les furoncles débutent par une irritation et une inflammation du derme, de cause traumatique, s'étendant ensuite au tissu lamineux. Cette irritation initiale est donc due fréquemment à de légers traumatismes, excoriations, égratignures insignifiantes, voire même à des piqûres d'insectes. Cette lésion, légère en apparence, peut devenir promptement infectieuse, l'inflammation se propager et s'étendre surtout en profondeur, d'où la formation du furoncle, si ce n'est de l'anthrax, compliqué très souvent d'érysipèle.

II

Chargé depuis longtemps de la direction du service médical d'un grande Compagnie maritime « La Transatlantique », nous sommes appelé à donner quotidiennement des soins à un nombreux personnel dont les travaux l'exposent sans cesse à des lésions cutanées plus ou moins profondes,

très légères parfois en apparence, mais susceptibles de complication érysipélateuse et plus souvent d'inflammation assez vive du derme et des tissus sous-jacents. Cela étant, nous résolûmes, dès la fin janvier 1888, de mettre en pratique, *largâ manu,* la méthode préconisée par M. Verneuil, et nous n'y avons plus renoncé depuis lors.

En prenant donc une moyenne des plus modérées, il nous est permis d'affirmer que, depuis bientôt quatre ans, deux blessés au moins par jour sont justiciables des pulvérisations phéniquées. Il est, d'après cela, facile de calculer à quel chiffre considérable arrive le nombre des faits observés ou contrôlés par nous, et venant tous affirmer l'efficacité des pulvérisations. Dans la plupart des cas, l'évolution inflammatoire a été arrêtée dès le début, et dans les cas les moins heureux, la durée de la suppuration n'a pas été longue, la cicatrisation plus facilement obtenue, et les blessés ont pu reprendre leur travail après une interruption de courte durée.

III

Le *modus faciendi* s'est un peu écarté des indications formulées par M. Verneuil, mais les données principales ont été ponctuellement suivies.

La solution phéniquée a été maintenue dans les proportions de 20 pour 1.000, soit 2 0/0. Les pulvérisations sont pratiquées plusieurs fois par jour, mais à la température ordinaire et avec un pulvérisateur à *main*.

S'il n'y a pas solution de continuité, on se contente, dans l'intervalle des pulvérisations, de couvrir la petite lésion avec un morceau de gaze phéniquée, pliée en deux ou trois doubles et trempée dans la solution sus-indiquée. S'il y a plaie, on la panse, après la pulvérisation, avec de la vaseline modérément boriquée, étendue en légère couche sur la gaze susmentionnée.

Ce traitement est journellement prescrit et employé, ai-je dit, et avec un plein succès, depuis la fin janvier 1888, sous notre contrôle et dans le cabinet même de la direction médicale.

Mais il y a plus encore : sur trente navires composant la flotte de la même Compagnie dans la Méditerranée, la même méthode de traitement est habituellement employée, en cours de voyage, par nos confrères navigants, et le résultat a constamment répondu à leur attente et à la mienne, à de très rares exceptions près.

Je termine ici, Messieurs, ce court exposé, tout à l'honneur de notre éminent collègue, une des gloires incontestables de la chirurgie française contemporaine; mais je réclame à mon actif d'avoir répandu *urbi et orbi* — puisque nos bateaux vont en Amérique — un des bienfaits que la science doit à M. Verneuil.

M. Henri TAFFE

Chimiste, à Nice.

DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES NORMALES DE L'URINE HUMAINE

— Séance du 23 septembre 1891 —

De nombreux chimistes se sont appliqués depuis longtemps à rechercher d'une manière simple les peptones et les autres matières albuminoïdes non précipitables par la chaleur seule, dans l'urine humaine exempte ou privée préalablement des albumines proprement dites : globuline, sérine, mucine, etc.

L'alcool a été surtout employé à cette fin, à raison de sa propriété connue de précipiter, sans altération profonde, les solutions albuminoïdes; mais la précipitation simultanée des sulfates, des phosphates, des urates, etc., gênant cette manipulation, M. le Professeur Crolas, de Lyon, a eu l'idée de séparer d'abord les substances salines insolubles dans l'alcool, à l'aide du chlorure de baryum acidulé et employé à l'ébullition. Malheureusement, par ce procédé, les phosphates ne sont pas complètement précipités et l'excès de chlorure de baryum, nécessairement employé, étant peu soluble dans l'alcool fort, se retrouve en partie dans le dépôt peptonique final, d'où son aspect pulvérulent, terreux.

En outre, la faible quantité d'alcool employée pour obtenir ce dernier précipité (2-3 volumes d'alcool pour 1 volume d'urine privée de sels) est insuffisante pour précipiter la plus grande partie des substances albuminoïdes recherchées.

Ces remarques justifient la marche que j'ai suivie, avec succès, j'ose le dire, et qui m'a donné, avec toutes les urines sans exception, une matière rappelant d'aspect, à s'y méprendre, l'albumine des brightiques.

Voici cette méthode de dosage : 100 centimètres cubes d'urine sont traités par la liqueur magnésienne pendant douze à vingt-quatre heures pour y doser classiquement l'acide phosphorique total à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Le filtratum est évaporé *presque à siccité au bain-marie* et additionné d'une goutte d'acide acétique.

Lorsque la précipitation des albumines proprement dites est bien complète on ajoute un excès de chlorure de strontium en solution aqueuse concentrée. Au bout d'un moment, la bouillie est jetée sur un filtre à succion et lavée avec le moins possible d'eau bouillante. Les liquides filtrés réunis,

et dont le volume total ne doit pas dépasser 12 à 15 centimètres cubes, sont additionnés de 85 centimètres cubes d'alcool à 95° Gay-Lussac. On a ainsi un liquide alcoolique à 80 pour 100 d'alcool pur, d'où les matières albuminoïdes qui peuvent s'y trouver encore sont complètement précipitées. Après quelques instants de repos, le précipité est séparé à l'aide d'un filtre couvert et à succion, bien lavé à l'alcool fort, desséché à température peu élevée, détaché du filtre et pesé. J'ai obtenu de la sorte une quantité de matière peptonique variant peu d'une personne à une autre (toutes conditions de poids et d'alimentation égales d'ailleurs) et atteignant près de 1 gramme par vingt-quatre heures pour l'adulte.

Si l'on veut obtenir plus rigoureusement la quantité de matière albuminoïde vraie contenue dans le dernier précipité, on n'a qu'à y doser l'azote total par la méthode et l'appareil azotimétrique de M. A. Robin, et calculer en albumine.

Les matières peptoniques que j'ai séparées pour la première fois, je crois, dans le courant de l'hiver 1890-1891, et sur des centaines d'échantillons, sont très probablement une des causes du faible pouvoir rotatoire à gauche de l'urine normale.

Reste à trouver la signification de leurs variations pathologiques.

Ces matières albuminoïdes normales ne seraient-elles pas une modification de la créatinine dont elles paraissent emprunter la teneur, soit 1 gramme par vingt-quatre heures dans l'urine normale. A noter aussi qu'elles varient en raison inverse du *coefficient d'oxydation* de M. le Professeur A. Robin.

Pour ne citer qu'un exemple, les urines d'un *influenzé* dont le coefficient d'oxyde était 68,0 m'ont donné 2 grammes de mes matières albuminoïdes normales par vingt-quatre heures.

M. Th. RAYMOND

Professeur à l'École de Médecine, Chirurgien de l'Hôpital, à Limoges.

DU TRAITEMENT DES FIBROMES UTÉRINS PAR LA CASTRATION OVARIENNE

— Séance du 23 septembre 1891 —

Depuis quelques années, le traitement des fibromes utérins par la castration ovarienne a trouvé crédit auprès d'un grand nombre de chirurgiens ; quelques-uns même semblent incliner à traiter la plupart des

fibromes utérins, même volumineux, par la castration, à l'exclusion de tout autre moyen opératoire. Hegar, qui, le premier, en 1872, a mis en pratique la castration ovarienne, n'est pas éloigné de la conseiller dans tous les cas, à l'exclusion de l'hystérectomie abdominale.

Depuis cette époque, Lawson-Tait, Bouilly, Segond, Terrillon ont fait plusieurs fois avec succès la castration pour fibromes utérins. J'ai eu occasion de pratiquer trois fois la castration ovarienne depuis deux ans, et ces observations m'ayant convaincu de la valeur de cette opération, au point de vue thérapeutique, étant données surtout la bénignité et la facilité avec lesquelles elle peut être faite dans la plupart des cas, je tiens à en présenter les résultats au Congrès.

OBSERVATION I. — *Fibrome volumineux du corps et du col de l'utérus, douleurs vives, guérison, cessation des règles et des douleurs.*

Femme de trente-sept ans, a eu une grossesse normale il y a quinze ans. Appelé auprès de la malade pour des douleurs vives simulant la péritonite, je trouve dans l'abdomen une tumeur dure ayant plusieurs lobes, s'élevant jusqu'à l'ombilic, mobile dans la cavité abdominale; par le toucher vaginal, col très large (5 centimètres de diamètre); en arrière du col on sent une tumeur dure, faisant corps avec le col et le corps de l'utérus, la tumeur fibreuse envoie donc des prolongements dans le col. La cavité utérine mesure 9 centimètres.

Opération le 16 décembre 1888 avec l'aide de mes collègues, MM. Delotte, G. Raymondaud et Périgord; incision médiane de 10 centimètres; le péritoine ouvert, on tombe sur la tumeur formée de trois lobes principaux; je la fais saillir hors de l'abdomen, mais je ne trouve ni un pédicule, ni le rétrécissement normal séparant le corps du col de l'utérus. La tumeur, le corps et le col de l'utérus forment une seule masse. Il devient évident qu'il sera très difficile de faire un pédicule, et qu'il faudra se résoudre à faire l'hystérectomie totale. J'avais, en effet, l'intention, en commençant l'opération, d'enlever la tumeur; mais devant la perspective d'une opération grave, et considérant que, à part les accidents dysménorrhéiques de chaque mois, et ceux observés en dernier lieu (une *phlegmatia alba dolens* consécutive à des accidents péritonéaux), l'état général est bon, je me résous à faire simplement l'ablation des annexes de l'utérus.

Les suites de l'opération furent des plus simples, la température ne dépassa pas 37° 5, il n'y eut ni vomissement, ni ballonnement du ventre.

Le troisième jour, après l'opération, 19 décembre, écoulement par le vagin d'un sang noir, assez abondant, avec caillots.

1er janvier 1889 : l'écoulement sanguin continue toujours, mais moins abondant.

3 janvier: les douleurs abdominales ont disparu, l'écoulement vaginal a cessé, la tumeur a diminué de volume, les lobes sont moins saillants.

15 mars : les règles ne sont pas revenues et la malade a repris sa vie ordinaire depuis un mois.

Examen local : le col de l'utérus est revenu à l'état normal, il est souple; en arrière du col on ne sent plus la saillie que faisait la tumeur accolée à l'utérus, en avant on la sent encore; la tumeur est devenue très dure, elle est comme calcifiée et se distingue plus facilement de l'utérus avec lequel elle ne formait

qu'une masse ; du côté de l'abdomen, la tumeur paraît diminuée de moitié environ.

25 juin : nouvelle hémorragie vaginale qui dure quinze jours, s'accompagnant de coliques vives.

26 juillet : nouvelle hémorragie vaginale durant six jours.

11 octobre 1890 : tout écoulement sanguin a disparu depuis trois mois, la tumeur a disparu à peu près complètement, il ne reste plus qu'une petite masse du volume d'un œuf dans le cul-de-sac latéral gauche ; c'est surtout depuis trois mois que la régression de la tumeur s'est faite rapidement.

OBSERVATION II. — *Fibrome interstitiel de la paroi postérieure de l'utérus, hémorragies continuelles, ablation des ovaires et des trompes, guérison.*

Femme âgée de quarante-deux ans, a eu un enfant il y a vingt et un ans. Hémorragies utérines abondantes depuis trois ans ; règles très douloureuses ; état général mauvais ; la malade est profondément anémiée, la face est pâle, décolorée, les muqueuses également.

Examen local : tumeur lisse, arrondie, médiane dépassant le pubis d'environ 4 à 5 centimètres, faisant une saillie considérable du côté du rectum ; diamètre vertical de la cavité utérine ; 11 centimètres ; col mou, entr'ouvert.

Opération le 2 août 1891 : incision médiane de 8 centimètres, tumeur lisse, aplatie, sans lobes, faisant corps avec la paroi utérine postérieure ; ablation des annexes sans difficultés ; suites opératoires très simples.

7 août : perte de sang noir assez abondante par le vagin.

27 août : la malade revient chez elle ; l'utérus étant examiné à ce moment, je trouve qu'à gauche il est moins volumineux, nullement douloureux ; le col, qui était mou, est devenu dur, il est tout à fait normal.

OBSERVATION III. — *Fibrome de la paroi antéro-latérale de l'utérus, castration, énucléation du fibrome, mort.*

Femme âgée de quarante ans, n'ayant jamais eu d'enfant, se plaint depuis plusieurs années de douleurs continues dans le bas-ventre avec exacerbation chaque mois ; cet état douloureux s'est aggravé depuis quelques mois, et la malade demande instamment à en être délivrée par une opération ; malade nerveuse, sujette à des crises d'hystérie ; elle a des insomnies ; le pouls est petit, irrégulier, bien que le cœur n'ait aucune altération organique ; vomissements fréquents sous l'influence de la moindre émotion.

Examen local : tumeur médiane remontant à 5 centimètres au-dessus du pubis ; par le toucher vaginal, col conique normal ; la mensuration utérine donne un diamètre normal ; l'introduction de l'hypéromètre donne lieu à une crise douloureuse très violente ayant duré trois heures.

Opération le 9 août 1891 : incision médiane de 8 centimètres ; j'enlève immédiatement les annexes, non sans difficultés ; l'ovaire gauche est atrophié, adhérent à la paroi latérale du bassin ; l'ovaire droit est très difficile à trouver, il est adhérent au plancher du bassin.

Examinant ensuite l'utérus, je trouve trois fibromes, dont l'un, médian, a le volume d'une tête de fœtus, ils sont sous-séreux et enlevés facilement par l'énucléation ; quelques heures après l'opération, refroidissement des extrémités très accentué ; pouls très petit, très fréquent et irrégulier, température 36°,4.

Mort le 11 août, avec hypothermie, un pouls imperceptible, et le ventre à peine ballonné ; les urines très rares, un verre à peine en deux jours.

Le succès opératoire dans les deux premiers cas, où je me suis borné à la castration, a été excellent, et dans le premier cas, le résultat thérapeutique a été parfait.

Tout d'abord, au point de vue de l'indication opératoire, il est certain que l'âge des opérées se prêtait admirablement à la castration ; à trente-sept, quarante-deux et quarante ans, on ne pouvait songer raisonnablement à l'atrophie qui suit parfois la ménopause, d'autant plus que, dans la première observation, il y avait tout lieu de penser que le fibrome prendrait un développement plus grand et arriverait à remplir complètement la cavité abdominale, et si j'ajoute que le danger n'était pas assez pressant pour faire courir à cette malade le risque d'une opération grave telle que l'hystérectomie abdominale, il était dès lors indiqué d'avoir recours à la castration, opération plus bénigne.

Les malades des observations I et III n'avaient pas de pertes très abondantes, leur état général était assez bon ; mais elles avaient des douleurs violentes au moment des époques, des douleurs continuelles dans les lombes et le bas-ventre, et la vie, sans être insupportable, devenait pénible pour elles, bien qu'elles se trouvassent dans des conditions sociales assez favorisées pour ne pas les obliger à un labeur quotidien, elles demandaient elles-mêmes une intervention opératoire dont elles connaissaient la gravité. Quant à la malade de l'observation II, elle avait des pertes continuelles, elle était pâle, anémique, presque exsangue, il y avait donc lieu d'intervenir.

Pour la première malade, ma première idée avait été de faire l'hystérectomie supra-vaginale, mais devant l'impossibilité de faire un pédicule même d'un volume moyen, et qu'il eût fallu laisser dans l'abdomen, car il eût été difficile de l'attirer au dehors, je n'ai pas hésité à me borner à enlever les ovaires, avec la crainte cependant de voir persister un fibrome volumineux, et d'avoir ainsi, par cette opération, procuré à ma malade un bénéfice opératoire peu accusé, d'autant plus que le fibrome était douloureux, à angles très saillants, et que la malade le sentait très bien elle-même à travers la paroi abdominale.

Pour la deuxième malade, en voyant le fibrome développé dans la paroi postérieure de l'utérus, le col mou, entr'ouvert, j'avais pensé pouvoir l'enlever par la voie vaginale et c'est pour cela que j'ai fait une large dilatation avec trois tiges de *laminaria* réunies en faisceau ; mais lorsque j'ai pu introduire largement le doigt dans la cavité utérine, je n'ai trouvé qu'une saillie très petite dans la paroi postérieure ; il devenait donc difficile de l'énucléer par cette voie.

La laparotomie était donc indispensable, et j'ai cru devoir la pratiquer

immédiatement, d'abord à cause de la faiblesse de la malade, et surtout pour ne pas lui donner à nouveau les émotions désagréables d'une nouvelle opération.

L'abdomen ouvert, la position du fibrome situé à la partie postérieure de l'utérus, sa forme aplatie rendaient particulièrement difficile l'opération; de plus, on pouvait craindre d'ouvrir la cavité utérine, ce qui n'était pas sans danger, les germes infectieux pouvant se répandre dans la cavité péritonéale; je me suis donc borné à enlever les ovaires.

Quant à la troisième malade, qui était d'une nervosité exceptionnelle, très préoccupée de sa tumeur qu'elle sentait très bien à travers l'abdomen, qui avait tous les symptômes d'un état hystérique assez prononcé, vertiges, douleurs de tête continuelles, constriction de la gorge, j'aurais dû me borner à l'ablation des ovaires, mais les fibromes peu volumineux se présentaient à nous par la partie antérieure de l'utérus; ils étaient sous-séreux, facilement énucléables. Nous n'avons pu, mes collègues et moi, résister à la tentation d'une ablation facile. Il est certain que la durée de l'acte opératoire a été plus longue et par suite le choc plus grand chez une femme facile à déprimer à cause de son état nerveux. Si nous nous étions bornés à l'ablation des ovaires, le résultat eût pu être plus heureux; je n'hésiterais pas désormais, en pareil cas, à me borner à la castration ovarienne. Si, en effet, lorsqu'on a affaire à des malades dont l'état général est bon, tant au point de vue physique qu'au point de vue moral, susceptibles de supporter le choc d'une laparotomie un peu longue, on peut chercher à faire l'énucléation de petits fibromes sous-séreux; je crois que, dans le cas contraire, il est plus prudent de se borner à la castration, surtout comme dans le cas qui nous occupe, lorsque les ovaires sont adhérents et doivent avoir la plus grande part dans la production des douleurs abdominales.

Il y a lieu de tenir grand compte, surtout dans les laparotomies, de l'état nerveux des malades. Chez celle qui fait le sujet de cette observation, il n'y a pas eu de péritonite septique, la température ayant toujours été très basse, et la mort a été certainement causée par ce qu'on est convenu d'appeler *le choc* et qui doit comprendre des accidents d'une pathogénie très variable: ici plus de pouls aussitôt après l'opération, urines très rares, extrémités froides, et ne se réchauffant pas malgré les boules d'eau chaude et les injections d'éther et de caféine; peu de douleurs abdominales, pas de météorisme; il semble qu'il y ait là une sorte de paralysie du système nerveux vaso-moteur et que, à part la diarrhée et l'altération du facies qui est resté normal, on ait eu tous les symptômes du choléra.

Il serait certainement intéressant de reconnaître à l'avance, chez les malades qu'on va opérer, la possibilité de voir éclater ces accidents, et

si aucun signe spécial ne peut être donné. Je crois que toutes les fois qu'on se trouve en présence de malades nerveuses, dont le pouls est petit, agité, vomissant facilement, on doit se défier des interventions opératoires et, lorsqu'on y est obligé, les restreindre et les abréger autant que possible.

Au point de vue du manuel opératoire, je ne trouve rien d'important à signaler. Dans les premières observations, la recherche des ovaires a été facile, et la résection également après ligature au moyen d'un fil double ; les ovaires ne présentaient aucune altération. Dans la troisième observation, la recherche des ovaires a été un peu plus laborieuse, ceux-ci étant adhérents par leurs extrémités ; l'un d'eux était atrophié et présentait à sa surface un petit kyste séreux ; il ne s'est pas écoulé de sang dans la cavité péritonéale, aussi aucun lavage n'a été fait.

Si j'examine maintenant les suites opératoires : dans les deux premiers cas, elles ont été des plus simples, peu de vomissements, douleurs très modérées, pas de météorisme ; la température n'a pas dépassé, chez l'une 37°,5 et chez la deuxième 37°,8. Les malades ont pu uriner elles-mêmes et chez la deuxième les urines ont été involontaires pendant le premier jour ; il est probable que cela était dû à la très grande dilatation du col utérin, qui avait été faite immédiatement avant l'opération, ainsi qu'aux manœuvres faites pendant que je cherchais à arriver au fibrome par la voie vaginale.

Il serait aussi très intéressant de donner les résultats thérapeutiques de ces deux observations : l'une est trop récente pour que je puisse rien formuler de précis ; quant à l'autre, le résultat est extrêmement net, puisque l'opération remonte au 16 décembre 1888, c'est-à-dire à bien près de trois ans.

La santé générale de cette malade est parfaite, elle n'accuse aucune douleur, le système nerveux ne présente aucune altération et le caractère de la malade n'a subi aucun changement.

Au point de vue local, il faut considérer les résultats relatifs à la tumeur et à l'hémorragie mensuelle. Dès le 2 janvier, dix-sept jours après l'opération, la tumeur avait diminué de volume ; le 15 mars 1889, quinze mois après, le col était devenu normal ayant sa dimension ordinaire alors qu'il avait primitivement 5 centimètres de diamètre, la tumeur avait diminué considérablement, de moitié environ, elle était devenue plus dure, et enfin, le 11 octobre 1890, moins de deux ans après l'opération, la tumeur avait disparu complètement, sauf dans le cul-de-sac vaginal gauche où l'on trouve encore un noyau du volume d'un œuf, le col est normal, et la cavité utérine également ; pour ce qui est de l'hémorragie mensuelle, elle a subi diverses alternatives. Je dois noter immédiatement que, dans les deux cas, il s'est fait, le troisième jour, une hémorragie

vaginale assez forte chez la première malade, et le deuxième jour chez la seconde ; le sang était noir, composé parfois de caillots, dont quelques-uns avaient l'aspect fibrineux. La durée de la perte sanguine a été longue : chez la première, dix-sept jours ; chez la seconde, sept jours.

Ces hémorragies utérines sont probablement dues à la ligature des veines utéro-ovariennes et à la congestion de la muqueuse utérine qui en est la conséquence, et je serais porté à croire que toutes les fois que cette hémorragie se produit, on peut bien augurer de l'efficacité de la castration, car, dans les deux cas, lorsque l'hémorragie a cessé, la tumeur avait déjà sensiblement diminué de volume.

Maintenant, dans l'observation I, qui peut être seule ici en cause au point de vue de la période menstruelle, aucune hémorragie n'a reparu depuis quatorze mois, après s'être produite deux fois à des intervalles assez longs. Notons ici que s'est surtout à partir du moment où tout écoulement a cessé que la régression de la tumeur s'est faite rapidement, et c'est par les parties inférieures qu'elle a commencé, car le col est devenu rapidement normal, alors que la tumeur abdominale avait encore un assez grand volume.

D'après les phénomènes que j'ai pu noter dans ces deux observations, il est donc certain que la castration ovarienne a une valeur curative, d'abord au point de vue de l'hémorragie, et ensuite au point de vue de la disparition du fibrome.

D'autres chirurgiens ont reconnu les mêmes phénomènes, très souvent la cessation des hémorragies, parfois la diminution marquée des fibromes. Il serait intéressant de savoir dans quelle proportion cette guérison se produit, de connaître le volume exact des fibromes qui ont diminué ou qui sont restés stationnaires, et peut-être on pourrait arriver à formuler une indication opératoire bien nette. On sait bien aujourd'hui que les effets de la castration sont surtout plus concluants dans les petits et moyens fibromes, tandis que dans les tumeurs volumineuses elle serait inefficace ; mais il est difficile de conclure avec ces données.

On sait cependant que l'énucléation de fibromes moyens placés à la partie postérieure de l'utérus est difficile, que dans d'autres cas où l'acte opératoire est plus facile, celui-ci est allongé au détriment de la malade, qu'il y a toujours un certain écoulement de sang pouvant être préjudiciable à des malades épuisées, et que la cavité utérine peut être ouverte donnant ainsi passage à des germes infectieux.

Pour les fibromes volumineux auxquels on réserverait l'hystérectomie, celle-ci est particulièrement grave, la mortalité est assez élevée, et il ne serait pas à dédaigner de la réduire par une opération moins radicale, alors même que les malades n'en éprouveraient qu'un bien-être moins grand ; que l'accroissement du fibrome serait arrêté, ou même que, le

fibrome restant stationnaire, les hémorragies et les douleurs seraient supprimées.

Je sais bien que, dans certains cas, la castration est difficile et expose à des dangers sérieux, lorsque, par exemple, la recherche des ovaires est difficile, lorsqu'il y a des adhérences très vasculaires ; mais c'est là, je crois, une exception, et, en tous cas, on pourra parfois se résoudre à n'enlever qu'un seul ovaire, ainsi que l'a fait avec succès Segond, puisque les douleurs et les hémorragies ont disparu.

Pour me résumer, et après avoir exposé les phénomènes qui se sont passés dans ces trois observations, et le succès définitif obtenu par l'une d'elles, je crois pouvoir être autorisé à dire :

1° Que la disparition totale des fibromes utérins peut être obtenue par la castration ovarienne ;

2° Que cette disparition est lente et se produit rapidement, surtout à partir du moment où toute hémorragie menstruelle a cessé ;

3° Que, dans les fibromes petits et moyens, on doit toujours tenter la castration ovarienne, surtout lorsqu'il y a des douleurs et des hémorragies ;

4° Que, même dans les cas de fibromes volumineux, la castration doit être faite, sauf ensuite à pratiquer l'hystérectomie, si des accidents ultérieurs surviennent et si aucun résultat n'a été obtenu.

5° Il faut faire exception pour les fibromes ayant un pédicule très mince et qui se rapprochent ainsi des kystes de l'ovaire au point de vue opératoire.

Mme GACHES-SARRAUTE

à Paris.

DU NETTOYAGE DE L'UTÉRUS IMMÉDIATEMENT APRÈS LA DÉLIVRANCE

— Séance du 23 septembre 1891 —

L'an dernier, à propos de l'administration de l'ergot de seigle aux femmes en couche, j'avais, au Congrès de Limoges, dit quelques mots sur le nettoyage immédiat de l'utérus après la délivrance ; je faisais remarquer qu'il n'était pas nécessaire d'intervenir autrement pour préserver les femmes des hémorragies et je citais à l'appui quelques observations.

J'ai fait, depuis cette époque, de nombreux accouchements; ayant été critiquée par des accoucheurs distingués qui prétendaient qu'on ne devait jamais intervenir dans les cas normaux, je me suis appliquée à observer avec soin les faits qui survenaient à la suite de ces manœuvres, prête à les reconnaître et à modifier ma façon d'agir si j'avais aperçu la plus légère contre-indication. J'ai eu beau chercher, surveiller, je n'ai rien remarqué qui pût me faire changer de tactique, et je suis convaincue que je rends à mes malades un grand service en agissant comme je le fais, car toutes celles qui sortent de mes mains en sortent bien portantes, exemptes de toutes ces affections utérines dont ont à souffrir la plupart des jeunes femmes.

Permettez-moi d'examiner avec vous comment se produisent les métrites et quels sont les différents symptômes dont elles s'accompagnent.

On rencontre des utérus malades chez les femmes comme chez les jeunes filles, chez les multipares comme chez les nullipares, plus ou moins fréquemment dans l'un ou l'autre cas, mais on peut dire que 90 pour 100 des femmes qui ont eu des enfants n'ont pas l'utérus en bon état. Je tiens à ce chiffre qui a été contesté par un de mes distingués confrères. En effet, les médecins ne connaissent pas tous les cas de métrites; beaucoup de femmes n'en souffrant pas négligent de se soigner et nous savons que, pour ne pas souffrir, elles n'en sont pas moins malades. Elles ont des irrégularités dans les règles, des pertes blanches ou des pertes de sang, et enfin, si on examine leur utérus, on le trouve plein de fongosités.

Je disais donc que toutes les femmes, même les vierges, peuvent être atteintes de métrites. Je ne m'inquiéterai pas de ces dernières, je parlerai seulement des métrites des femmes qui ont eu des enfants.

Après l'accouchement, voici, grosso modo, comment se comporte l'utérus. Je le prends après la délivrance et je l'examine à ce moment avec soin, chose qui m'est extrêmement facile puisque j'introduis ma main tout entière dans l'organe et que je l'explore dans toute son étendue.

Voici, dans la généralité des cas, ce qui se passe : Lorsque ma main est dans le vagin, je sens très distinctement que l'utérus est divisé physiologiquement et anatomiquement en deux parties très dissemblables. La première, qui comprend le col dans ses deux portions, sous et sus-vaginales, se présente à moi sous la forme d'une membrane souple, molle, mince et lisse, retenue et étalée sur les parois du vagin; elle ne retient, ne présentant pas d'anfractuosités, ni caillots, ni membranes, ni aucun corps étranger. Elle est facile à laver et donnerait assez, à la main, la sensation de la membrane stomacale, lorsqu'on la lave sur le cadavre.

A la partie supérieure de cette membrane flottante on sent un anneau musculaire, contracté dans la plupart des cas, et au-dessus de lui une véritable cavité à parois épaisses, anfractueuses, mamelonnées, dans

laquelle on trouve adhérents ou libres une masse de caillots. Ceux qui sont adhérents occupent la surface placentaire et remplissent les anfractuosités que les cotylédons placentaires ont laissées libres. Ils se détachent très facilement en général, et j'ai eu même l'occasion, lors de l'adhérence d'un placenta, de vérifier la facilité avec laquelle on les enlève sous l'influence du lavage combiné avec l'emploi simultané de la main.

On trouve aussi, dans cette cavité, des petits débris membraneux appartenant sans doute à la muqueuse utérine, muqueuse qui doit être éliminée en entier pendant la période puerpérale.

Il n'est pas extrêmement facile de faire pénétrer la main dans cet anneau dont les parois musculaires sont si résistantes et qui présente, d'ailleurs, un orifice assez étroit; mais en usant d'adresse on arrive à vaincre sa résistance assez facilement; et tous les recoins de l'utérus deviennent ainsi accessibles. Il suffit seulement, après avoir graissé la face dorsale de la main avec de la vaseline, de l'introduire en formant un cône au milieu duquel passe, en même temps un tuyau de caoutchouc amenant l'eau de l'injection. Aussitôt les premiers jets écoulés, l'orifice cède et l'utérus vous est ouvert. Ce lavage, qui n'est nullement douloureux, ainsi qu'on pourrait le croire, se fait assez rapidement et l'utérus, débarrassé à l'aide de la main des caillots et autres corps étrangers qui l'encombrent, se contracte tout à son aise et reprend, dans un délai extrêmement court, les dimensions normales qu'il doit conserver désormais. Je n'exagère rien en disant que, au bout de trois mois, dans les accouchements ordinaires, l'utérus des femmes qui n'a pas été nettoyé est plus gros que celui de celles que j'accouche ne l'est au huitième jour.

De là ressort, pour moi, cette idée que les femmes ne doivent pas avoir de métrites à la suite des accouchements après le nettoyage de l'utérus, et, j'en ai déjà fait l'expérience plusieurs fois, elles se portent après l'accouchement bien mieux qu'avant d'être enceintes.

Elles n'ont plus ce que l'on appelait les lochies. Il se fait un suintement sanguin très peu abondant qui ne dépasse, ni en intensité, ni en durée, le phénomène physiologique de la menstruation. On ne retrouve dans les injections ni caillots ni quoi que ce soit. Le sang est rouge, pur. Les femmes reprennent bonne mine immédiatement. Le teint bistré de la grossesse disparaît, elles sont fraîches, bien portantes, pleines d'entrain. Il n'y en a pas une qui ne m'ait dit deux jours après : Laissez-moi lever, je n'ai rien, je me porte bien, je m'ennuie au lit. J'ai suivi ces malades pendant des années, elles ont eu de nouvelles grossesses, peut-être même un peu plus facilement qu'elles n'auraient voulu et les suites des accouchements ultérieurs, se passant dans les mêmes conditions, m'ont donné de même les mêmes résultats. Je conclus de ceci :

1° Que l'utérus a quelque peine à se débarrasser des caillots, produits

membraneux, devenus à la suite de la délivrance des corps étrangers, et qu'il ne peut y avoir qu'un avantage à l'aider dans cette élimination;

2° Qu'un de ces produits, si petit qu'il puisse être, du moment qu'il est retenu dans l'utérus, s'organise et entraîne la production de fongosités déterminant par la suite des endométrites;

3° Que la présence de ces corps étrangers dans l'utérus est souvent cause d'hémorragies, et qu'on a également tout intérêt à les éviter. Après avoir vidé artificiellement l'utérus d'une accouchée, on peut s'en aller, et on est sûr que la malade se passera de vous jusqu'au lendemain sans avoir recours à aucune médication. Il lui est impossible d'avoir une hémorragie;

4° Qu'on met la malade à l'abri de toute résorption. L'utérus dont les parois sont nettes se referme aussitôt en se contractant et devient inaccessible aux agents extérieurs. C'est surtout au niveau de la surface placentaire qu'il résorbe les produits qui sont à son contact; lorsque cette surface sera à l'abri elle n'aura plus rien à craindre, et la contraction de l'anneau musculaire que j'ai décrit plus haut agit d'une façon très efficace en faisant accoler les parois de cette cavité qui, dès lors, redeviendra fictive et à l'abri des agents infectieux. Toute la paroi, d'ailleurs, qui forme la moitié supérieure de l'utérus est essentiellement musculaire et elle se contracte après l'évacuation de l'organe avec une activité et une persistance que l'on n'obtient pas lorsqu'il reste le plus petit corps étranger dans l'utérus.

Je disais plus haut que je ne voulais m'occuper que des métrites des femmes qui ont eu des enfants. Avec cette méthode elles ne doivent pas en avoir. Elles ne le peuvent pas. L'utérus est un organe très tolérant; s'il suppure ou s'il saigne, il faut qu'il soit, ou très infecté ou très encombré. Or, je prétends, je suis sûre, que neuf fois sur dix il reste encombré après la période puerpérale; sa position, son inertie, une cause quelconque siégeant soit dans l'organe même, soit dans l'état général de la femme, l'empêche de se vider, de se rétracter, et, s'il ne se vide pas, les résidus qu'il conserve l'infecteront bientôt. C'est ainsi qu'on voit se plaindre de désordres utérins des femmes qui ont accouché il y a trois mois, six mois, un an, selon la tolérance locale et générale. Examinez-les, vous trouverez un utérus gros, ouvert, lourd et plein. C'est ce que l'on appelait autrefois l'arrêt de régression, ou la régression incomplète de l'utérus après l'accouchement, laquelle régression incomplète était accusée de produire les métrites. Aujourd'hui nous avons fait un pas de plus; nous cherchons ce qui cause la régression incomplète, et cette fois nous touchons à l'origine du mal.

On a fait des objections à cette méthode et on m'a dit que toutes les fois que cela était nécessaire, c'est-à-dire lorsque survenait une hémorragie, on faisait le nettoyage de l'utérus; mais qu'il était inutile, barbare,

dangereux de le faire toutes les fois dans tous les accouchements. Que pourrai-je répondre à cela? Que ce ne sont pas les seuls accidents immédiats de l'accouchement qui me font intervenir. Ceux-ci, en effet, sont heureusement combattus aujourd'hui par les seuls bienfaits de l'antisepsie; en agissant ainsi, j'ai visé plus loin, j'ai pressenti la santé ultérieure de la femme et je dis que si les fièvres puerpérales sont extrêmement rares aujourd'hui, il en est bien autrement des métrites, des salpingites, qui ont presque toutes la même origine et qui servent à occuper le temps et la plume de tous les chirurgiens de Paris et de la province.

Or, je redis que les femmes que je traite ainsi ne sont pas malades par la suite, que ma méthode faite avec des connaissances antiseptiques suffisantes ne présente aucun danger : il suffit d'avoir des mains chirurgicalement propres, de l'eau chirurgicalement propre et, pour tout outillage, un simple tuyau de caoutchouc, chirurgicalement propre. Tout cela est facile à obtenir, et on ne doit pas avoir à enseigner la propreté à un accoucheur. On peut donc, on doit donc, à mon avis, agir ainsi.

Je dirai plus : je suis convaincue que, depuis qu'on fait de l'antisepsie, il y a plus de métrites que lorsqu'on ne touchait pas du tout les femmes. On fait toujours des injections vaginales après l'accouchement. Or, cette eau va où elle peut, dans l'utérus aussi bien que dans le vagin, elle y séjourne si elle veut, elle est plus ou moins propre, car les sages-femmes ne prennent pas la peine de stériliser l'eau ni les instruments dont elles se servent, et je suis convaincue que ces injections contribuent à l'infection de quelques caillots ou débris membraneux qui sont encore dans l'utérus et qu'elles produisent de l'infection sur place en mettant ces caillots en contact de l'air ou de corps incomplètement aseptiques.

Si on veut faire de l'antisepsie, il faut, à mon avis, en faire complètement, ou alors pas du tout, laisser les choses tranquilles.

M. CARRE

Médecin en chef de l'Hôtel-Dieu, à Avignon.

ABAISSEMENT TEMPORAIRE DU NEZ POUR L'EXPLORATION DES FOSSES NASALES

— Séance du 23 septembre 1891 —

Observation. — Mlle Marie Al., dix-sept ans, d'Entraigues, fut prise brusquement, au mois de juin 1890, de mal au gosier; elle éprouvait une grande difficulté à avaler les aliments et enfin ceux-ci finirent par ressortir par le nez comme dans la paralysie du voile du palais. Depuis cette époque, cette jeune fille, très nerveuse d'ailleurs, éprouva une gêne croissante dans la respiration et des crises d'étouffement quand elle mangeait. Ces crises étaient tellement violentes qu'elle se cramponnait à sa mère en proie à une angoisse extrême. Elle ne pouvait ni avaler, ni parler; les liquides refluaient par le nez. Les crises passées on constatait chez elle un nasonnement très prononcé qu'elle n'avait pas avant sa maladie. Celle-ci, au lieu de s'amender sous l'influence de divers traitements, eut, au contraire, une marche progressive; les crises se rapprochèrent au point de devenir presque continues; la malade dépérissait et on pouvait craindre à chaque instant qu'elle ne succombât dans une crise de suffocation.

Le docteur Froriep, qui la soignait, croyait à un polype naso-pharyngien, tant la pénétration de l'air à travers les fosses nasales était difficile, pour ne pas dire impossible, à gauche surtout. Cependant, l'examen à la lumière directe ou à l'aide du spéculum nasi ne laissait voir rien d'anormal. Une sonde de femme passait bien à droite, mais à gauche elle était arrêtée par un obstacle infranchissable. On constatait une déviation manifeste de la cloison qui était déjetée à gauche. Au reste, aucun développement anormal du côté de la joue, de l'orbite ou de la voûte palatine. Toutes ces régions étaient absolument normales. Il existait cependant un obstacle absolu au passage de l'air, un véritable rétrécissement du cornet moyen. Nous devons noter encore une tuméfaction dans le pharynx latéral gauche, tumeur adénoïde de la grosseur d'une noisette.

Mais tout cela n'expliquait pas les crises de suffocation épouvantables auxquelles cette jeune fille était sujette et j'étais en droit de me demander s'il n'y avait pas quelque autre cause cachée qui fût justiciable d'une opération.

C'est dans le but de m'éclairer sur ce point que j'eus l'idée d'abaisser le nez selon le procédé d'Ollier et de faire le jour complet dans ces fosses nasales. La jeune fille était si convaincue de mourir qu'elle accepta avec empressement.

Opération le 13 août 1890. Chloroformisation, antisepsie. Abaissement du nez par l'ostéotomie, suivant le procédé d'Ollier. — La section de la peau et des os est faite avec soin, elle est très nette. Je mobilise la cloison médiane à l'aide d'une incision inférieure. Je ne trouve aucune tumeur, seulement la plus grande difficulté pour cathétériser le cornet moyen, comme d'ailleurs avant l'opération. J'en pratique la dilatation graduelle d'abord à l'aide de sondes, puis de mon petit doigt et de doigts de plus en plus volumineux en passant par ceux

de mes aides. Cela fait, et quand l'indicateur d'un aide vigoureux put aisément passer, je suturai très exactement les parties molles à l'aide d'une dizaine de points de suture aux crins de Florence.

Pansement au salol. Suites immédiates excellentes. — La malade éprouva, en se réveillant, un bien-être inappréciable. — Elle respire et avale librement. — Les fils sont enlevés le dixième jour : la réunion est parfaite; la cloison médiane est régulièrement placée.

Huit jours après, j'essayai de détruire la tumeur adénoïde du pharynx à l'aide de la galvano-caustique; mais soit que l'appareil marchât mal, soit que la jeune fille, très nerveuse, se prêtât mal à une opération délicate et minutieuse, ou la chloroformisation ne put être complète, pour tous ces motifs, je fus obligé de morceler la tumeur dans des pinces à mors plats et à l'enlever par fragments.

Le 20 septembre, je pus constater le rétablissement complet de cette jeune fille qui, depuis l'opération, n'a plus eu de crises de suffocation, ni de difficultés pour avaler. La voix est normale et la santé parfaite.

Localement, c'est à peine si une raie imperceptible indique la trace de l'opération.

Réflexions. — En présence de la bénignité de cette opération, je me demande si l'abaissement du nez ne pourrait pas être pratiqué dans certains cas, non plus pour l'extirpation des tumeurs, mais seulement dans le but d'examiner à fond les cavités nasales. L'antisepsie éloigne tout danger; avec une suture bien faite, la régularité du visage persiste au point que l'on ne se doute plus de l'opération antérieure. — Cette opération n'est plus de la hardiesse; elle peut rentrer dans le domaine courant bien plus que la laparotomie exploratrice.

Au point de vue de la maladie dont cette jeune fille était atteinte, quel rôle a joué l'opération?

A-t-elle eu seulement un effet moral?

Cette jeune fille n'a jamais eu de crises d'hystérie: il n'existe pas non plus de névropathes dans sa famille. Faut-il attribuer la guérison définitive à la rectification de la cloison et à la dilatation du cornet moyen?

Quoi qu'il en soit, la jeune fille est admirablement bien portante et son physique est très régulier, comme l'indique la photographie ci-jointe. C'est tout ce qu'elle demandait.

M. le Dr CARRE

Médecin en chef de l'Hôtel-Dieu, à Avignon.

DU TRAITEMENT DE L'ANTHRAX PAR L'EXCISION

— Séance du 23 septembre 1891 —

Quelle que soit l'opinion que l'on ait de la nature de l'anthrax, le but poursuivi par le chirurgien a toujours été de débrider largement la tumeur (incision) ou d'en provoquer la destruction (caustiques, antiseptiques, etc.).

Dès lors on se demande comment l'excision qui supprime d'un coup le foyer du mal et l'infection secondaire n'est pas devenue la méthode de choix, depuis surtout que les procédés antiseptiques ont assuré l'immunité de cette façon de procéder qui eût paru téméraire avant eux. C'est depuis que je considère l'anthrax comme une maladie infectieuse ayant une grande tendance à récidiver sur place, que j'ai cherché à employer le moyen radical de l'excision dans les grands comme dans les petits anthrax. — La rapidité de la cicatrisation, d'une part, la suppression de la fièvre et des accidents généraux me font considérer cette méthode comme bonne et m'ont engagé à la soumettre à votre contrôle.

Voici quelques faits :

Manon, Paul, soixante-quatre ans, cultivateur, originaire de Caumont, entre à l'hôpital dans les premiers jours de juillet 1890. Il est porteur d'un anthrax siégeant au milieu du dos et dont le début remonte à un mois environ. La tumeur s'est développée graduellement et elle mesure 20 centimètres sur 15 environ. Il a de la fièvre, de la prostration, de l'inappétence. — Traité pendant une dizaine de jours par les pointes de feu et les pulvérisations phéniquées suivant la méthode de Verneuil, l'état général et local restant stationnaire et ayant plutôt une tendance à s'aggraver, j'excise d'abord, par une incision demi-circulaire et une seconde suivant le grand diamètre de la tumeur, la moitié de la production morbide. Cette incision est faite au moyen d'un couteau à amputation qui me permet ensuite, la moitié de la tumeur étant soulevée par une pince de Museux, de l'abraser et de l'enlever d'un coup avec le tissu cellulaire circonvoisin. Le malade n'avait pas été endormi. Précautions antiseptiques et pansement listérien : premier pansement six jours après l'opération ; je m'aperçois alors que la moitié restante de la tumeur a une grande tendance à se développer et je l'enlève alors comme la moitié précédente. Celle-ci est en bonne voie de réparation. Nouveau pansement phéniqué. Le malade sort fin août complètement guéri.

Dans l'observation suivante, l'anthrax était moins volumineux quoique siégeant au dos. Mais ce qui la rapproche de la précédente, c'est que,

malgré une ablation que je croyais complète, il était resté une parcelle d'anthrax et qu'au bout de quelques jours, celui-ci récidivait sur place et qu'il m'a fallu intervenir de nouveau. D'où cette conséquence, c'est que l'excision ne doit pas être faite économiquement et qu'il vaut mieux, dans tous les cas, qu'elle dépasse les limites du mal.

Teste, Henri, garancineur, soixante-neuf ans, entre à l'hôpital le 22 juin 1891. Anthrax de la partie moyenne du dos, début quinze jours, volume de la moitié d'une orange, opéré le 23 juin. Incision circulaire au bistouri et excision de la tumeur en allant jusqu'aux couches musculaires. Huit jours après, en faisant le pansement, je m'aperçois qu'il existe à gauche, sur les limites de la tumeur, une tendance à la récidive. C'est un second anthrax, pour ainsi dire, qui se développe alors que tout le reste de la tumeur est couverte de bourgeons charnus et marche à la guérison.

Je l'excise de nouveau; à partir de ce moment, la cicatrisation marche à grands pas et elle est complète le 2 août, époque à laquelle le malade quitte l'hôpital.

Dans les petits anthrax, comme dans les cas suivants, l'excision paraît encore plus légitime, le mal est supprimé avant d'avoir pu s'étendre et la guérison est rapide.

X..., vingt-cinq ans, de passage à Avignon, vient à l'hôpital le 15 juillet 1890 pour un anthrax de la nuque datant de douze jours et qui s'était irrité par la marche. Il mesure environ 4 centimètres de diamètre. Excision et pansement antiseptique. Le malade sort le même jour et, quelques jours après, il pouvait continuer son voyage, n'éprouvant plus la moindre gêne de sa maladie et ayant conservé son pansement primitif.

Gatinet, Émile, cinquante-deux ans, né à Bourges, entre à l'hôpital le 28 août 1890. Anthrax de 5 centimètres environ de diamètre, arrondi, ulcéré en certains points, siégeant au niveau de la fosse sus-épineuse droite, peu mobilisable. Incision circulaire, sans chloroformisation et ensuite excision, opération un peu moins rapide que la précédente. Il reste dans le tissu cellulaire profond quelques points jaunâtres. Pas d'hémorragie. Pansement phéniqué et au salol. La plaie est cicatrisée au bout de vingt-cinq jours.

X..., cinquante ans, alcoolique, sans diabète. Mai 1890. Anthrax du volume de 6 centimètres de diamètre à la partie inférieure de la nuque. Peau ulcérée en certains points. Douleur vive. A cause de la mobilité de la tumeur, je la soulève au moyen des doigts de la main gauche et je l'excise d'un seul coup à l'aide d'un couteau allongé, étroit, bien tranchant. Hémorragie insignifiante. Le tissu cellulaire sous-cutané est complètement enlevé. Pansement phéniqué et salolé. La réparation commença dès le lendemain et, au bout de dix jours, la plaie restante était insignifiante.

Ces exemples suffisent pour montrer, d'une part, l'innocuité de la méthode et, de l'autre, son efficacité. Le foyer septique purulent étant supprimé d'un coup par l'ablation de l'anthrax, la plaie qui en résulte est une plaie simple, qui guérit rapidement sous le pansement antiseptique et d'un même coup s'arrêtent les phénomènes généraux d'infection auxquels j'ai vu succomber dans le temps plus d'un malade opéré par les

anciennes méthodes. — J'espère donc que la légitimité de cette intervention sera admise.

Sans faire un historique inutile, je rappellerai que Broca s'exprimait ainsi, en 1865, dans une discussion sur l'anthrax devant la Société de chirurgie : « Il y a longtemps que, frappé de la gravité de certains anthrax, j'ai eu la pensée qu'il conviendrait peut-être de se comporter à leur égard comme pour les tumeurs malignes, de les extirper ou de les détruire. Cela deviendra peut-être de la chirurgie rationnelle. Mais si je n'ai pas encore obéi à mon idée, c'est qu'il est difficile de prévoir ce que deviendra un anthrax donné. »

M. F. CHIAÏS

Médecin de l'hôpital de Menton.

TENSION DE LA VAPEUR D'EAU ET MALADIES « A FRIGORE »

— Séance du 24 septembre 1891 —

INFLUENCE QU'EXERCENT A MARSEILLE, DE NOVEMBRE A MAI, LES VARIATIONS DE LA TENSION DE LA VAPEUR D'EAU SUR LA MORBIDITÉ ET LA MORTALITÉ PAR MALADIES AIGUËS DES VOIES RESPIRATOIRES.

L'étude du climat de Menton, poursuivie pendant quatorze ans, m'a donné la conviction que les maladies dites *a frigore* sont surtout causées par *l'abaissement rapide de la tension de la vapeur d'eau.*

C'est lorsque cette tension baisse et se maintient pendant plus de vingt-quatre heures au-dessous de 3 millimètres, que la morbidité et la mortalité absolue par maladies aiguës des voies respiratoires s'accroissent.

Le maximum d'effet nocif de l'abaissement de la tension de la vapeur d'eau au-dessous de 3 millimètres est atteint quand il y a simultanément abaissement du degré d'humidité relative, augmentation du degré de sérénité, et augmentation de la vitesse du vent.

Le champ d'observation de Menton était trop restreint pour apporter dans tous les esprits la conviction que l'abaissement de la tension de la vapeur d'eau joue un rôle prépondérant sur la morbidité et la mortalité absolue par maladies aiguës des voies respiratoires. J'ai étendu mes recherches au climat de Marseille, et les faits démontrent qu'à Marseille,

comme à Menton, les mêmes causes produisent les mêmes effets, et que l'on peut généraliser la proposition suivante :

Dans les variations atmosphériques, l'élément agissant le plus activement sur la morbidité et la mortalité absolue par maladies aiguës des voies respiratoires, c'est l'abaissement au-dessous de 3 millimètres de la tension de la vapeur d'eau; les variations des autres éléments atmosphériques n'ont qu'une action adjuvante.

Pour la démonstration de ma proposition, j'ai fait dresser par un jeune architecte, M. Joseph Notari, de Monaco, les courbes que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux des membres du Congrès. Elles présentent, traduites en graphiques, les faits suivants :

1° Direction du vent qui a prédominé dans la journée.

2° Vitesse moyenne des vents, et vitesse maximum que le vent a atteinte dans la journée. *(La notation de la vitesse du vent va de 0 à 6; 0 étant le calme complet et 6 l'intensité du vent en tempête; le plein noir traduit la vitesse moyenne du vent; le plein rose pour les années 1885-1886, 1888-1889, et le plein gris supérieur pour l'année 1887-1888 traduisent l'intensité maximum que le vent a atteinte dans la journée.)*

3° Oscillation nycthémérale de l'humidité relative en centièmes.

4° Oscillation nycthémérale de la température en degrés centigrades.

5° Oscillation nycthémérale de la tension de la vapeur d'eau en millimètres.

6° Oscillation nycthémérale du degré de sérénité. *(Note de 0 à 10; 0 étant l'expression de sérénité complète, 10 l'expression de la nébulosité totale.)*

7° Morbidité par maladies aiguës des voies respiratoires établie d'après les relevés des entrées à l'Hôtel-Dieu de Marseille et à l'hôpital de la Conception de la même ville. *(Sont notées en carrés rouges, les pneumonies; en carrés blancs, les pleurésies; en carrés jaunes, les bronchites; en carrés blancs, portant la lettre A, les angines. Les cas de maladies aiguës qui ont provoqué le décès sont marquées d'un trait oblique noir. Chaque carré porte l'âge du malade.)*

8° La courbe inférieure présente la morbidité, par maladies aiguës des voies respiratoires, de la garnison de Marseille, elle est établie d'après le relevé du registre des entrées à l'hôpital militaire. J'ai fait un relevé spécial pour les entrées à l'hôpital militaire, parce que tous les malades présentent des conditions comparables comme âge, régime, habitations, vêtements, etc., et parce qu'on admet à l'hôpital les cas bénins, ce qu'on ne peut que très difficilement faire dans les hôpitaux civils, faute de lits disponibles.

9° Mortalité mensuelle à Marseille, par maladies des voies respiratoires aiguës et chroniques, d'après les relevés publiés dans le Bulletin de la Société de Météorologie de Marseille. *(Cette mortalité est traduite en chiffres arabes.)*

Comparons les graphiques des années 1885-86, 1887-88, 1888-89 et voici ce que nous constatons à Marseille :

MORTALITÉ ABSOLUE PAR MALADIES DES VOIES RESPIRATOIRES AIGUËS ET CHRONIQUES

Tableau I

MOIS	1885-86	1887-88	1888-89
Novembre	120	140	150
Décembre.	140	165	190
Janvier.	350	350	235
Février.	165	285	275
Mars.	180	315	380
Avril.	170	160	255
Mai	160	175	130

La mortalité absolue maximum correspond, pour les années 1885-86 et 1887-88, en janvier; pour l'année 1888-89, en mars.

En février, mars et avril 1886, la mortalité est très faible : 165, 180, 170 décès.

En février, mars 1888, la mortalité est notablement plus élevée, 285, 315; elle est faible en avril, 160.

En février, mars et avril 1889, la mortalité est élevée 275, 380, 255; elle avait été déjà, en janvier, de 235.

MORBIDITÉ PAR MALADIES AIGUËS DES VOIES RESPIRATOIRES D'APRÈS LE RELEVÉ DES ENTRÉES A L'HOTEL-DIEU, A L'HOPITAL DE LA CONCEPTION (MARSEILLE) ET A L'HOPITAL MILITAIRE.

Tableau II

MOIS	1885-86		1887-88		1888-89	
	Civils	Militaires	Civils	Militaires	Civils	Militaires
	—	—	—	—	—	—
Novembre.	50	Pas de relevé.	40	13	39	8
Décembre.	31		52	14	38	16
Janvier.	70		55	32	51	25
Février.	63		26	57	69	31
Mars.	47		46	39	85	33
Avril.	52		36	29	78	21
Mai.	36		28	17	43	12

La morbidité maximum correspond, d'après ces relevés, pour les années 1885-86, 1887-88, en janvier. *(70 entrées, en janvier 1886; 55 entrées, en janvier 1888:)*

Pour l'année 1888-89, la morbidité maximum, d'après les entrées aux hôpitaux, est en mars : 85.

La comparaison du tableau II au tableau I prouve que morbidité et mortalité absolue correspondent aux mêmes mois.

MORBIDITÉ PAR NATURE DE MALADIES AIGUËS DES VOIES RESPIRATOIRES

Tableau III

MOIS	MALADIES	1885-86		1887-88			1888-89		
				Civils		Militres	Civils		Militres
				—		—	—		—
Novembre	Pneumonies	20	Mortalité totale 120	13	Mortalité totale 140	0	20	Mortalité totale 150	0
	Pleurésies	7		13		4	3		2
	Bronchites	22		9		5	13		4
	Angines	1		0		4	0		2
Décembre	Pneumonies	13	Mortalité totale 140	11	Mortalité totale 165	1	21	Mortalité totale 190	2
	Pleurésies	4		9		5	5		5
	Bronchites	13		28		4	10		5
	Angines	1		0		5	3		4
Janvier ..	Pneumonies	48	Mortalité totale 350	29	Mortalité totale 350	6	16	Mortalité totale 235	6
	Pleurésies	9		11		1	5		3
	Bronchites	13		15		16	26		8
	Angines	1		0		9	4		8
Février...	Pneumonies	36	Mortalité totale 165	15	Mortalité totale 285	5	29	Mortalité totale 275	1
	Pleurésies	10		6		7	6		5
	Bronchites	17		5		27	31		21
	Angines	4		0		17	2		5
Mars.....	Pneumonies	31	Mortalité totale 180	34	Mortalité totale 315	3	62	Mortalité totale 380	8
	Pleurésies	3		7		3	7		13
	Bronchites	13		3		27	16		16
	Angines	1		0		6	0		6
Avril	Pneumonies	25	Mortalité totale 170	19	Mortalité totale 160	3	46	Mortalité totale 255	7
	Pleurésies	7		4		10	6		3
	Bronchites	14		12		12	23		6
	Angines	6		0		4	2		5
Mai	Pneumonies	19	Mortalité totale 160	13	Mortalité totale 175	1	18	Mortalité totale 130	0
	Pleurésies	4		7		3	3		3
	Bronchites	9		7		6	20		4
	Angines	4		0		7	20		5

NOTA. — *La morbidité est établie avec les registres d'entrée aux hôpitaux de Marseille ; la mortalité totale est établie avec le relevé d'ensemble de la mortalité de la ville de Marseille.*

C'est dans la très grande généralité des cas, les mois qui présentent le maximum de morbidité et de mortalité qui présentent également le maximum de pneumonies, c'est-à-dire le maximum de lésions graves des voies respiratoires.

La mortalité relative dans les hôpitaux n'est pas proportionnelle à la mortalité absolue; ce fait démontre que morbidité, mortalité et gravité sont trois termes indépendants et qu'il ne faut pas vouloir attribuer à une cause unique l'origine d'une maladie. Le pneumococcus seul est incapable de réaliser la maladie; le froid, seul avec l'abaissement de la tension de la vapeur d'eau au-dessous de 3 millimètres, n'amène pas fatalement de maladies *a frigore*; il crée des conditions favorables dont on a eu tort de contester l'influence, et, je dirai mieux, le rôle prédominant; mais ce sont les conditions de milieux organiques qui font la gravité, puisque morbidité absolue et morbidité relative ne sont pas liées par une corrélation fatale.

MORTALITÉ RELATIVE PAR PNEUMONIE PENDANT LES MOIS DE NOVEMBRE, DÉCEMBRE, JANVIER, FÉVRIER, MARS, AVRIL ET MAI, DES ANNÉES 1885-86, 1887-88, 1888-89

Tableau IV

MOIS	1885-86	1887-88	1888-89
Novembre	45 %	53 %	55 %
Décembre.	46 %	63 %	38 %
Janvier.	56 %	44 %	18 %
Février.	41 %	60 %	48 %
Mars.	29 %	20 %	45 %
Avril.	40 %	31 %	39 %
Mai	63 %	38 %	55 %

Le maximum de mortalité *absolue* par pneumonie a été : en janvier, les années 1885-86, 1887-88, et en mars l'année 1888-89, c'est-à-dire aux époques où il y a eu le maximum de morbidité.

Le maximum de mortalité *relative* a été en mai pour 1885-86; en décembre pour 1887-88, et en novembre et mai pour l'année 1888-89.

Les maxima de morbidité et de mortalité absolue correspondent aux périodes qui ont présenté le minimum de tension de la vapeur d'eau. Pendant ces périodes, la tension de la vapeur d'eau est tombée assez souvent au-dessous de 3 millimètres.

Pour 1885-86, c'est en janvier que la morbidité et la mortalité absolue ont atteint leur maximum par maladies des voies respiratoires; ces

maxima ont été préparés par les perturbations de la tension de la vapeur et par l'abaissement de la température qui ont commencé le 10 décembre. Les 10, 11, 12, 13 décembre 1885, la tension de la vapeur d'eau s'est abaissée à 2 millimètres; et les maxima n'ont pas atteint 5 millimètres les 10, 11 et 12 décembre; le 27 décembre, la tension de la vapeur d'eau a été au-dessous de 2 millimètres et le 30 elle était inférieure à 1 millimètre et les maxima n'atteignaient pas 4 millimètres. Le 31 décembre, le 1er et le 2 janvier, les maxima de la tension sont toujours inférieurs à 3 millimètres.

Du 1er janvier au 21 du même mois, la tension de la vapeur d'eau est tombée neuf fois au-dessous de 3 millimètres et cinq fois seulement les maxima n'atteignaient pas 5 millimètres.

Du 21 janvier au 31 mai, la tension de la vapeur d'eau ne s'est abaissée sensiblement au-dessous de 3 millimètres que trois fois, les 7, 8 et 28 février, et assez près de 3 millimètres cinq fois, les 1er, 6 et 7, 30 mars et le 3 avril, c'est-à-dire à des dates espacées.

Pour l'hiver 1887-88, c'est en janvier et en mars que l'on constate les maxima de morbidité et de mortalité. Entrées aux hôpitaux, 55 et 46; Pneumonies, 29 et 34; mortalité, 350 et 315.

Du 19 au 31 décembre 1887, la tension de la vapeur d'eau est inférieure à 3 millimètres onze fois et les maxima n'ont pas atteint 5 millimètres huit fois; du 27 janvier au 6 mars 1888, la tension de la vapeur d'eau est tombée au-dessous de 3 millimètres douze fois et les maxima n'ont pas dépassé 4 millimètres huit fois et 5 millimètres vingt fois.

Du 4 mars à la fin mai 1888, les minima de tension n'ont été inférieurs à 3 millimètres que deux fois et les maxima n'ont été inférieurs à 5 millimètres que six fois, trois fois en mars et trois fois en avril (en mars, les 18, 19, 20; en avril, les 6, 10 et 11).

Pendant l'hiver 1888-89, le maximum de morbidité et de mortalité est en mars. Entrées des hôpitaux, 85; pneumonies, 62; mortalité absolue, 380.

Cette année, la mortalité fut élevée en janvier, février et avril: avril de 1889 présente 255 décès par maladies des voies respiratoires, alors qu'en avril 1886 on ne relevait que 170 décès et 160 en avril 1888.

En décembre 1888 et en janvier 1889, jamais la tension de la vapeur d'eau n'est tombée à 3 millimètres, et six fois seulement les maxima n'ont pas atteint 5 millimètres.

En février 1889, la tension minimum de la vapeur d'eau est inférieure à 3 millimètres quinze fois; les maxima n'atteignent pas 5 millimètres douze fois.

En mars 1889, la tension minimum de la vapeur d'eau est au-dessous de 3 millimètres huit fois, et les maxima ne montent pas à 5 millimètres dix fois.

Les fins du mois de mars 1886 et 1888 ont été remarquables par un relèvement de la tension de la vapeur d'eau que n'a pas présenté la fin du mois de mars 1889, ce qui explique que la morbidité et la mortalité aient été plus accentués en 1889 qu'en 1886 et en 1888.

Le rôle que joue sur la morbidité par maladies aiguës des voies respiratoires l'abaissement brusque de la tension de la vapeur d'eau au-dessous de 3 millimètres est surtout évident et net dans des climats plus réguliers que celui de Marseille, dans le climat de Menton par exemple. A Menton, la tension de la vapeur d'eau se maintient quelquefois plus d'un mois sans oscillations marquées à 6 et 7 millimètres; pendant cette période, on ne constate ni pleurésies, ni bronchites, ni pneumonies aiguës; brusquement la tension baisse au-dessous de 3 millimètres pendant vingt-quatre heures et oscille un à deux jours entre 3 millimètres et 5 millimètres; avec la même brusquerie on relève quarante-huit à soixante-douze heures, après le début de la perturbation, des maladies aiguës des voies respiratoires. La tension remonte à 6 millimètres pendant quinze à vingt jours; il ne se produit plus de maladies *a frigore*; nouvelle perturbation, nouvelle recrudescence de maladies aiguës des voies respiratoires.

L'effet nocif maximum de l'abaissement de la tension de la vapeur d'eau au-dessous de 3 millimètres est atteint, avons-nous dit en commençant, quand il y a simultanément abaissement du degré d'humidité relative, augmentation du degré de sérénité et augmentation de la vitesse du vent.

La vitesse du vent et l'abaissement considérable du degré d'humidité relative accélère l'évaporation et par conséquent intensifie, si l'on peut employer ce mot, l'action du froid.

L'augmentation de la sérénité conduit au même résultat en rendant facile la radiation.

L'influence majeure de l'abaissement de la tension de la vapeur au dessous de 3 millimètres et le rôle secondaire de la perturbation des autres éléments atmosphériques est traduit par le fait suivant : en avril et en mai, l'intensité du vent; l'abaissement du degré d'humidité relative; le degré de sérénité du ciel sont souvent aussi marqués qu'en janvier, février ou mars, sans que l'action pathogénique soit égale et de même nature. Il y a certainement un élément qui différencie encore ces deux périodes : c'est le degré thermique plus élevé au printemps qu'en hiver; mais les recherches sur le climat de Menton m'ont démontré que l'abaissement de la tension de la vapeur d'eau précédait toujours l'abaissement du thermomètre et que son élévation précédait l'élévation thermique.

Les graphiques que j'ai l'honneur de soumettre à MM. les membres du Congrès démontrent à l'évidence les faits que j'avance; je crois inutile

de surcharger ma note de chiffres, me conformant en cela au précepte d'Horace :

Segnius irritant animos demissa per aurem
Quam quæ sunt oculis submissa fidelibus...

TABLEAU RÉCAPITULATIF GÉNÉRAL DÉMONTRANT L'ACTION DE L'HUMIDITÉ RELATIVE, DE LA VITESSE DU VENT ET SURTOUT DE L'ABAISSEMENT DE LA TENSION DE LA VAPEUR D'EAU SUR LE NOMBRE ET LA GRAVITÉ DES MALADIES DES VOIES RESPIRATOIRES, A MARSEILLE, LES ANNÉES 1885-86, 1887-88, 1888-89.

Tableau V

HUMIDITÉ relative tombée au-dessous de 50 centièmes	VENT FORT	MORTALITÉ	MORBIDITÉ	PNEUMONIES	TENSION tombée au-dessous de 3 millimètres	TENSION tombée au-dessous de 5 millimètres	TENSION n'ayant pas atteint 5 millimètres	
1885-86								
6 fois	8 fois	120	Civils seuls — 50	Civils seuls — 20	0 fois	5 fois	0 fois	Novembre
10 —	7 —	140	31	13	7 —	16 —	5 —	Décembre
15 —	10 —	350	70	48	9 —	23 —	6 —	Janvier
10 —	6 —	165	63	36	4 —	17 —	6 —	Février
14 —	7 —	180	47	31	4 —	14 —	3 —	Mars
13 —	11 —	170	52	23	1 —	6 —	0 —	Avril
8 —	7 —	160	36	19	0 —	3 —	0 —	Mai
1887-88								
5 fois	8 fois	140	Civils et Militaires — 53	Civils et Militaires — 13	0 fois	4 fois	0 fois	Novembre
20 —	12 —	165	66	12	11 —	20 —	10 —	Décembre
16 —	8 —	350	87	35	5 —	27 —	3 —	Janvier
16 —	6 —	285	83	20	4 —	25 —	12 —	Février
17 —	12 —	315	85	37	7 —	19 —	9 —	Mars
20 —	9 —	160	65	22	2 —	13 —	3 —	Avril
24 —	5 —	175	45	14	0 —	2 —	0 —	Mai
1888-89								
4 fois	9 fois	150	Civils et Militaires — 47	Civils et Militaires — 20	0 fois	5 fois	1 fois	Novembre
6 —	7 —	190	54	23	0 —	11 —	0 —	Décembre
7 —	2 —	235	76	22	0 —	24 —	6 —	Janvier
22 —	18 —	275	100	30	15 —	26 —	13 —	Février
21 —	12 —	380	118	70	7 —	23 —	10 —	Mars
11 —	3 —	255	99	53	0 —	7 —	1 —	Avril
7 —	5 —	130	55	18	0 —	0 —	0 —	Mai

Nota. — Dans la lecture des tableaux, comme dans la lecture des courbes, il ne faut pas perdre de vue que les divisions en mois sont des artifices et que la continuité des phénomènes atmosphériques est une réalité ; par conséquent, chaque mois doit être étudié simultanément avec le précédent et le suivant, car l'action des perturbations sur l'organisme humain n'est pas instantanée : c'est souvent sur le mois suivant seulement que portent les effets des perturbations des huit à dix derniers jours du mois précédent.

M. Pierre BOULAND

à Saint-Julien, près Marseille.

DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL ET TRAITEMENT DE LA SCOLIOSE ESSENTIELLE DES ADOLESCENTS

— *Séance du 24 septembre 1891* —

Il est très important de reconnaître de bonne heure une scoliose par déformation osseuse et de savoir la distinguer de la flexion pathologique simple du rachis. Ce diagnostic présente, dans certains cas, quelques difficultés; beaucoup de médecins s'y trompent. Ce n'est pas simplement, comme on pourrait le croire, le degré de la courbure qui fait la différence; telle déviation très prononcée peut n'être qu'une attitude, tandis que telle autre, à peine sensible, est une vraie déformation.

La persistance, dans la position horizontale, d'une saillie latérale se répétant en sens inverse aux régions dorsale et lombaire, est le signe pathognomonique de la scoliose par déformation osseuse.

Cependant, il ne faut pas oublier que, lorsque l'affection est encore peu avancée, il n'existe quelquefois au dos qu'une saillie unilatérale. J'ai trouvé plusieurs fois sur le cadavre de sujets ayant moins de vingt-cinq ans une double courbure des corps vertébraux, c'est-à-dire une scoliose osseuse, alors qu'à la région postérieure il n'existait qu'une légère voussure unilatérale et une grande courbure de la ligne épineuse qui s'effaçait lorsqu'on opérait une légère traction sur le rachis.

Il y a, dans la collection que j'ai donnée à l'École de Médecine de Marseille, une pièce qui offre un bel exemple de ce fait. C'est le rachis d'une jeune fille de neuf à dix ans qui ne portait aucune trace de rachi-

tisme, ni aux membres ni au thorax. Dans la position horizontale, la ligne épineuse présentait une seule grande courbure à convexité droite comprenant toutes les dorsales et la première lombaire. Il existait une seule saillie postéro-droite de la quatrième à la dixième côte inclusivement, et une dépression postéro-gauche au niveau des six dernières côtes, dont l'angle était plus ouvert que celui des côtes correspondantes à droite. En avant, la colonne des corps vertébraux présentait une courbure sigmoïde dont les arcs appartenaient à un cercle d'un grand rayon.

Lorsqu'une déviation du rachis dure depuis quelque temps, on constate assez souvent que le redressement immédiat, caractéristique de la flexion pathologique simple, ne peut se faire ni pendant la station par l'extension volontaire, ni dans la position horizontale. Il reste une saillie dorsale ou dorso-lombaire unilatérale peu prononcée avec une dépression ducôté opposé. Dans ce cas, il faut ajourner son jugement, car il pourrait se faire qu'une simple raideur ligamenteuse empêchât les vertèbres d'obéir à l'action des muscles. Cet obstacle disparaîtra après un ou deux mois d'un traitement approprié. Mais si, à cette époque, cette saillie et cette dépression unilatérales persistent, on est autorisé à craindre l'existence d'une lésion trophique des vertèbres, alors même que les apophyses épineuses seraient en ligne droite et les épaules de niveau.

Enfin, je rappellerai que la scoliose vraie peut être latente et ne se manifester par aucun symptôme extérieur, alors que les corps vertébraux présentent une double courbure. J'en ai vu un exemple chez un enfant de quinze ou seize mois atteint de scoliose et de cyphose rachitiques. Je n'ai constaté, dans le décubitus abdominal, ni saillie postérieure des côtes, ni courbure épineuse; cependant les corps vertébraux présentaient une double courbure dont la dorsale, convexe à droite, était la principale. Cette pièce de ma collection est aussi au musée de l'École.

Les limites de cette note ne me permettent pas d'entrer dans de plus grands détails sur les difficultés que peut présenter le diagnostic différentiel des déviations latérales du rachis. J'ai dû me borner à celles que l'on rencontre le plus fréquemment dans la pratique.

J'aborde maintenant le traitement.

La déviation est une flexion latérale pathologique simple. Que faut-il faire? S'occuper d'abord de l'état général, premier soin du chirurgien; supprimer ensuite les causes de l'attitude vicieuse, puis apprendre au sujet à se tenir droit et à se redresser par la volonté. On prescrira, en outre, la gymnastique générale en proscrivant tout ce qui touche à l'acrobatie, sirène, trapèze, etc., etc. L'ensemble des exercices dont je veux parler constitue ce qu'on appelle la leçon du plancher, qui comprend les haltères légers, les petites massues, les petites barres, la course, la promenade sur l'échelle horizontale. Ce dernier exercice et le pas sur place,

la tête, le siège et les talons étant appuyés contre un mur, sont des moyens très efficaces pour faire perdre l'habitude du hancher.

Chez les jeunes garçons, l'usage d'un corset est rarement nécessaire. Il n'en est pas de même chez beaucoup de jeunes filles. Mais ce corset, simple soutien du buste, ne doit porter, en plus qu'un corset ordinaire, que des tuteurs latéraux assez résistants, sans crosses axillaires. Il faut appliquer le corset pendant que le buste est redressé par la suspension céphalique ; il suffit que les talons soient légèrement soulevés. Le corset a besoin d'être surveillé ; il peut se déplacer par les mouvements du corps.

On trouve dans les salles de gymnastique divers engins pour combattre les déviations de la taille. Les uns sont inutiles, les autres mauvais.

J'insiste tout particulièrement sur la tenue et le redressement actif. Savoir se tenir droit et se redresser sans se cambrer est le seul moyen d'empêcher les flexions pathlogiques de se reproduire. Il n'y a qu'une seule manière de se tenir droit ; c'est de prendre l'attitude du soldat sous les armes et de s'exercer à la conserver en marchant.

Parmi les moyens adjuvants, la faradisation des sacro-spinaux, grands dorsaux et grands obliques de l'abdomen, est un des plus puissants. Elle relève la tonicité des muscles et favorise leur nutrition. On emploie un courant modéré fourni par la deuxième hélice (à gros fil) et on espace les intermittences. La séance dure dix minutes.

Je ne m'arrête pas aux diverses désharmonies que la flexion pathologique entraîne : elles disparaissent avec celle-ci. L'inclinaison latérale du bassin est la conséquence du hancher et non d'une longueur inégale des membres inférieurs. Cette asymétrie qui serait assez fréquente dans la seconde enfance, est très rare chez les adolescents.

Quoique les flexions pathologiques simples guérissent sans laisser de traces sur le squelette, il importe de ne pas les abandonner à elles-mêmes et de les soigner le plus tôt possible. De plus, comme ces courbures latérales se reproduisent facilement, il faut continuer à surveiller avec le plus grand soin l'éducation physique de l'enfant. On ne doit pas oublier que, s'il existait une scoliose osseuse latente, une flexion permanente la ferait progresser, alors que peut-être elle se serait arrêtée. C'est dans ces cas que l'on a considéré à tort les flexions pathologiques permanentes comme étant l'origine d'une scoliose vraie.

Occupons-nous maintenant du traitement de la scoliose osseuse ou par déformation.

On sait que cette difformité a pour caractère anatomique une torsion du rachis, qui est la conséquence de la déformation éprouvée par chaque vertèbre et que ces deux lésions sont au-dessus des ressources de l'art.

Nous ajouterons que l'anatomie pathologique et l'exploration physiologique s'accordent à montrer que dans la scoliose il n'existe aucune lésion

musculaire primitive; qu'il n'y a ni hypertrophie au niveau des convexités, ni hypotrophie dans les concavités, et enfin que, dans les premières périodes du plus grand nombre des déviations rachidiennes, les muscles spinaux sont égaux en volume, en coloration, en densité aussi bien qu'en force contractile. En résumé : squelette déformé avec lésion trophique de nature inconnue; muscles normaux.

Mais, dans la station droite du tronc, l'action de la pesanteur, celle des attitudes vicieuses et d'autres causes occasionnelles augmentent l'inclinaison des vertèbres du côté où elles penchent déjà en leur imprimant un mouvement de rotation spirale. Cette flexion du rachis sur lui-même et cette rotation dans la station constituent donc un nouvel élément de la difformité qu'il faut ajouter à la déformation proprement dite, et ne pas confondre avec la torsion, qui, je le répète, est irréductible, tandis que cette flexion et cette rotation disparaissent par l'extension volontaire.

Dans toute scoliose essentielle, on doit donc considérer deux éléments distincts : l'un osseux, l'autre dynamique, qui n'est qu'une simple flexion.

Ces quelques mots d'anatomie et de physiologie pathologiques de la scoliose nous permettent de poser les indications que doit remplir le traitement de cette difformité.

Ces indications sont au nombre de trois :

1° Faire cesser les flexions ;

2° Arrêter les progrès de la déformation osseuse ;

3° Atténuer la difformité et la réduire au degré que lui assigne la conformation anormale du squelette.

Lorsque le sujet est jeune et que la flèche de la courbure principale n'excède pas 25 ou 30 millimètres, le traitement dynamique et les modificateurs généraux peuvent satisfaire à ces trois indications.

Mais, lorsque la scoliose est arrivée à un degré plus avancé, il faut s'adresser à l'orthopédie mécanique. Celle-ci, appliquée avec méthode et persévérance pendant toute la durée de la croissance, peut modifier la difformité au point de rendre le sujet méconnaissable. Vous pouvez voir, au musée de cette école, deux plâtres provenant de ma collection et qui offrent un bel exemple de ce résultat heureux (1).

L'emploi des machines fixes, entre des mains prudentes, n'a aucun des dangers qu'on lui a attribués à tort, mais il a l'inconvénient d'exiger le séjour prolongé dans un établissement spécial, circonstance qui fait souvent reculer les familles.

Le traitement dynamique ou physiologique, ce qu'on appelle gymnastique médicale, ne nécessite aucun déplacement et n'interrompt pas les études. Une longue expérience m'a démontré que ce traitement peut

(1) Nous avons, Bouvier et moi, relaté cette observation dans notre article *Rachis (déviations)*, du *Dictionnaire encyclopédique*, p. 647.

être assez simplifié pour permettre aux parents de soigner eux-mêmes leur enfant sous la surveillance de tout médecin qui voudra se donner la peine d'étudier la question (1). Cette possibilité de l'intervention des parents a une grande importance, car le traitement de la scoliose doit durer plusieurs années si l'on ne veut pas perdre le bénéfice de tout ce qui a été péniblement acquis. Il s'agit plutôt d'une *hygiène orthorachidienne* que d'un traitement dans le sens propre du mot.

Voici sur quelles données il convient de s'appuyer pour le choix des exercices à prescrire.

La déformation des vertèbres et la torsion du rachis qui lui est inhérente, étant irréductibles, il y a lieu d'écarter, ainsi que je l'ai dit il y a déjà longtemps (2), tous les appareils et tous les exercices qui ont pour objet une détorsion au-dessus des ressources de l'art.

Il en est de même de tous les exercices qui figurent dans la kinésithérapie suédo-allemande pour remédier à la prétendue *relaxation* du trapèze, du rhomboïde, du grand dentelé, du grand dorsal, parce que c'est là une indication tout à fait imaginaire, et que ces exercices ne peuvent rien contre les courbures latérales du rachis.

Les exercices de flexion en avant et de redressement en arrière ne conviennent que si la scoliose est compliquée d'une cyphose, et encore dans certains cas seulement.

Les exercices de respiration pratiqués d'après la méthode suédoise développent les poumons et augmentent l'ampleur de la cage thoracique. Mais on se trompe lorsqu'on croit que le côté creux est le plus petit; c'est au contraire celui dont la capacité est la plus grande, ainsi que vous pourrez le constater, au musée de cette École, sur un thorax conservé avec les viscères dans le liquide Ganal, et qui provient aussi de ma collection.

L'expérimentation ayant démontré que la courbure épineuse est notablement atténuée par la faradisation des sacro-spinaux, de même que par des efforts suffisamment énergiques d'extension volontaire, ce sont donc les exercices qui mettent en jeu les muscles intrinsèques du rachis qui répondent aux indications que nous avons posées. Ces exercices sont peu nombreux.

Après les avoir étudiés comparativement sur des jeunes filles se trouvant dans les mêmes conditions, j'ai constaté qu'il y avait ordinairement avantage à écarter les exercices où interviennent les bras, et, d'élimination en élimination, je me suis arrêté à des mouvements actifs d'extension oblique du rachis exécutés dans la station droite, la contre-extension

(1) Dans la collection que j'ai donnée à l'École de Médecine de Marseille se trouvent plusieurs plâtres moulés sur des sujets qui ont été traités par leurs parents. On peut constater que les résultats sont aussi satisfaisants que possible.

(2) *Traitement physiologique de la scoliose spontanée,* Comptes rendus de l'Acad. des Sc., 9 juillet 1866.

étant produite par la tension des membres inférieurs et par la pression que les pieds exercent sur le sol (1).

Le sens de la courbure supérieure indique celui de l'obliquité. Ainsi, cette courbure étant convexe à gauche, l'extension se fait obliquement à gauche.

Ce mouvement doit devenir une habitude pour le scoliotique; il faut qu'il arrive à le faire inconsciemment. Ce sera, pour toute sa vie, le seul moyen de se redresser; tandis que dans la flexion pathologique simple, l'extension verticale redresse complètement le rachis, quelle que soit du reste la flèche de la courbure.

Le traitement dynamique se compose de trois séances d'exercices par semaine. Chaque séance comprend trois reprises; chaque reprise comporte quatre ou cinq mouvements d'une durée variable, de dix à vingt-cinq ou trente secondes, suivant la force du sujet. On met entre chaque mouvement un intervalle de quelques secondes, pendant lesquelles on fait faire une inspiration profonde et une expiration lente. Après la reprise, repos de dix minutes dans la position horizontale. La dernière reprise est suivie d'un repos de quinze minutes.

On alterne les séances de faradisation avec les séances d'exercices. Même courant que pour la flexion pathologique, même durée des séances.

L'auto-suspension doit être employée d'abord pour vaincre la raideur ligamenteuse et venir ainsi en aide au travail musculaire; ensuite, comme je l'ai dit plus haut, pour maintenir le rachis dans l'extension pendant qu'on applique le corset. Mais cet exercice doit être surveillé ; j'ai vu survenir quelques accidents, tels que lipothymie, gonflement des ganglions sous-maxillaires, etc.

Au début du traitement, il est quelquefois nécessaire de fixer le bassin, afin que l'attention du sujet ne se porte que sur l'effort d'extension du buste. En général, au bout d'un mois, l'extension et la contre-extension peuvent se faire simultanément.

Il est presque toujours nécessaire de soutenir le buste des scoliotiques à l'aide d'un bandage résistant, tel que le corset de Ducresson, ceux faits avec des bandes plâtrées ou des feuilles de bois. Lorsque la difformité arrive à la gibbosité, il faut avoir recours aux ceintures orthopédiques. On doit proscrire de leur construction les plaques de pression qui alourdissent l'appareil et sont sans action sur les saillies thoraciques. Les ceintures, ainsi que les corsets, ne peuvent agir que comme soutien de bas en haut.

Ça été une erreur répandue pendant très longtemps qu'on pouvait redresser les déviations rachidiennes avec des bandages ou appareils

(1) *Bulletins de la Soc. de Méd. pratique de Paris*, 1868.

portatifs. Toutes les guérisons de déviations que l'on trouve mentionnées un peu partout, aussi bien en France qu'à l'étranger, se rapportent à des flexions pathologiques simples qu'on a prises pour des scolioses osseuses.

Les exercices de redressement sont contre-indiqués lorsqu'il existe une laxité ligamenteuse très prononcée. Dans ce cas, il faut obtenir la raideur articulaire par l'immobilité complète du rachis et conserver la liberté des membres inférieurs.

Le corset de Sayre répond à ces deux indications. Pour sa confection, il faut se borner à maintenir le rachis droit en soulevant simplement la tête avec le collier de Nuck. Une traction plus forte écarterait les vertèbres, qui perdraient leurs rapports articulaires.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que l'état général doit être l'objet d'un soin spécial. Il ne faut pas perdre de vue qu'il existe dans la scoliose un trouble trophique, quelque vigoureuse que paraisse être la santé du sujet. Aussi doit-on insister sur les promenades au grand air faites d'un pas soutenu et coupées de repos, et sur l'ensemble des modificateurs généraux : hydrothérapie simple ou marine, eaux minérales ; à l'intérieur, le phosphore, l'huile de foie de morue, l'arsenic, l'iode, etc., etc.

M. FANTON

à Marseille.

APPAREIL AUTOMATIQUE POUR LA TRANSFUSION DU SANG

— Séance du 21 septembre 1891 —

J'ai l'honneur de présenter à la Section un appareil nouveau pour la transfusion du sang, soit d'homme à homme, soit d'animaux à homme. Je vous en ferai d'abord la description et de cette description découlera forcément l'exposé des avantages qu'il offre au point de vue de la facilité de l'opération elle-même et de l'éloignement des dangers dont elle est restée entourée jusqu'à aujourd'hui.

Cet appareil se compose d'un corps de pompe (A, *fig. 1 et 2*) dont le cylindre est en cristal et la contenance, non compris l'espace occupé par le piston, est, de cent grammes, sur les parties latérales du tube en verre deux bandes de métal (BB, *fig. 1 et 2*) unissent l'un à l'autre deux anneaux de

métal placés à chacune des extrémités du cylindre de cristal (CC, *fig. 1 et 2*), sur lesquels sont vissées des armatures en métal (DE, *fig. 1 et 2*), cette disposition permet de dévisser l'appareil des deux côtés pour en opérer le nettoyage.

Sur l'armature (D, *fig. 1 et 2*), opposée au piston, sont vissés deux petits systèmes de clapet de dispositions identiques, mais placés en sens inverses pour obtenir des effets inverses (IK, *fig. 1 et 2*). Ces systèmes se composent de trois parties *(voir fig. 2)* que, pour faciliter la description, j'appellerai l'urne ou

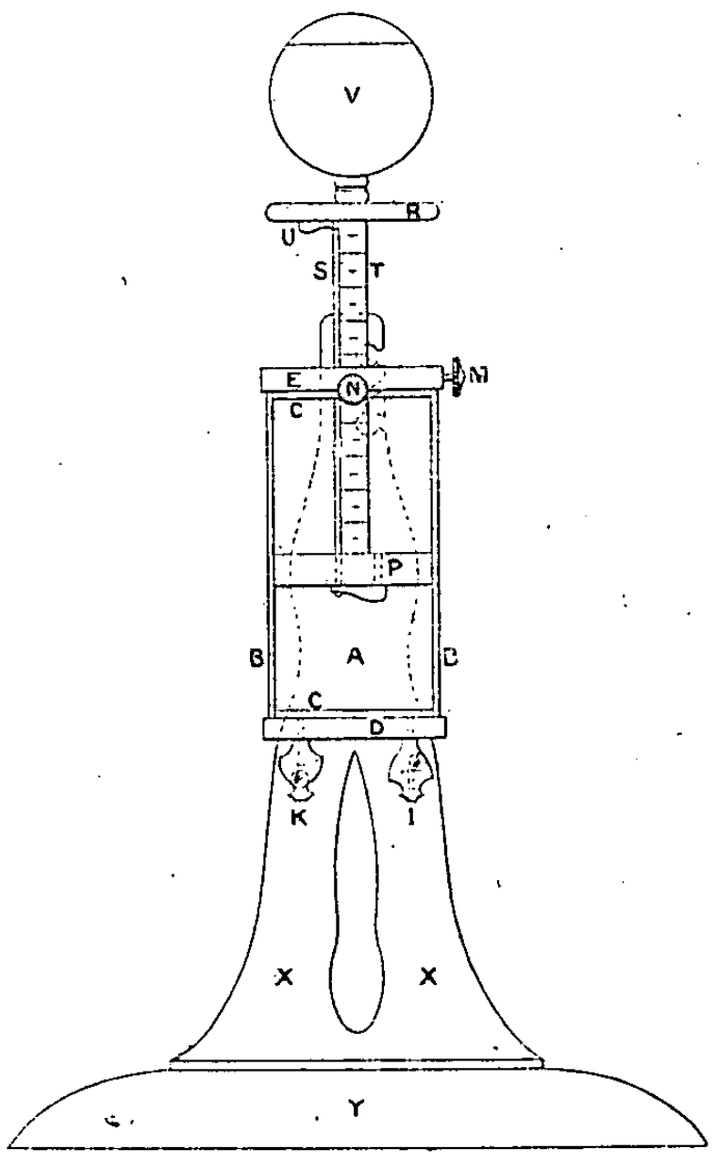


Fig. 1.

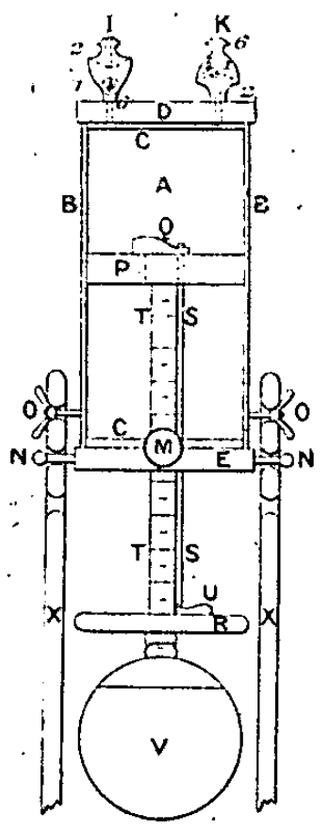


Fig. 2.

le corps (1, *fig. 2*), le couvercle (2, *fig. 2*), la bille (4, *fig. 1 et 2*). Le corps (1, *fig. 2*) de forme ovoïde à sa partiel arge, est creusé en cône surtout vers son sommet et est percé en ce point d'un conduit (6, *fig. 2*) dont la paroi en forme d'emmanchure peut indifféremment ou se visser immédiatement sur l'armature opposée au piston (D, H *fig. 1 et 2*) ou recevoir un tube en caoutchouc du calibre 19 ou 20 de la filière pour sonde de Charrière.

Sur l'urne se visse un couvercle (2, *fig. 2*), dont la partie extérieure en forme d'emmanchure peut indifféremment ou se visser immédiatement sur l'armature opposée au piston (D, *fig. 1 et 2*), ou recevoir un tube en caoutchouc du calibre 19 ou 20 de la filière pour sonde de Charrière; mais dont la face qui pénètre dans l'intérieur de l'urne a la forme d'un cône très bas et fortement tronqué, ainsi que cela est indiqué sur les figures 1 et 2 où il est tracé en pointillé.

Dans l'intérieur de l'urne se meut une bille (4, *fig. 1 et 2*) pleine en nickel, en argent ou mieux encore en plomb nickelé et parfaitement sphérique.

Lorsque la pointe du cône est en bas (K et I, *fig. 1 et 2*) la bille, par son propre poids, descend et ferme hermétiquement le conduit (6, *fig. 2*) qui en émane.

Lorsque, au contraire, la base fermée par le couvercle est en bas (I, *fig. 1 et* K, *fig. 2*) la bille tombe seule vers le couvercle; mais, chassée sur le côté de celui-ci, elle laisse libre l'ouverture du conduit (3, *fig. 2*) qui le traverse. On voit donc par cette description que, suivant la position occupée par ce petit système de clapet, il est ouvert ou fermé; ainsi donc si deux systèmes sont placés en sens inverse pendant que l'un (I, *fig. 1*) s'est fermé, l'autre (K, *fig. 1*) s'est ouvert et inversement pendant que l'un (I, *fig. 2*) sera ouvert, l'autre (K, *fig. 2*) sera fermé.

A l'extrémité libre des clapets (IK, *fig. 1 et 2*) s'adapte un tube en caoutchouc du calibre 19 ou 20 de la filière à sonde de Charrière et d'une longueur de 50 centimètres environ, à l'autre extrémité du tube s'adapte une canule qui appartient à un jeu de trois-quarts.

Ce jeu de trois-quarts se compose d'une chemise dans laquelle peuvent entrer à frottement et alternativement un poinçon, un mandrin et une canule; c'est cette dernière qui est adaptée à l'extrémité du tube en caoutchouc désignée ci-dessus; il y a six calibres de trois-quarts qui correspondent aux numéros 5, 6, 7, 8, 12, 13, de la filière pour sonde au tiers de millimètre.

L'armature (E, *fig. 1 et 2*), opposée à celle que je viens de décrire, est percée à son centre d'un trou dans lequel passe la tige du piston, une vis de pression (M, *fig. 1 et 2*) placée dans l'épaisseur de la plaque, permet d'arrêter la course du piston en diminuant le calibre de ce trou.

De chaque côté et diamétralement opposées, cette armature supporte deux tiges cylindriques (N, *fig. 2*) à extrémités renflées, ces deux tiges forment un axe autour duquel tourne tout l'appareil.

A environ deux centimètres de cet axe est placé de chaque côté un ressort en fer à cheval (O, *fig. 2*) qui, dans le mouvement de rotation, vient glisser à frottement dans des encoches, de formes spéciales, qui lui sont réservées dans les montants de l'appareil et maintient le corps de pompe (A, *fig. 1 et 2*) dans la position désirée par l'opérateur, soit en haut, soit en bas.

Le piston (P, *fig. 1 et 2*) est formé de cuir embouti comme dans tous les appareils chirurgicaux modernes à injections ou à aspirations; il est percé de deux ouvertures situées au côté de la tige, l'une (1, *fig. 2*) donne passage à une tige qui fait mouvoir le clapet (9, *fig. 2*); l'autre met en communication les deux chambres du corps de pompe et permet de faire passer l'air de l'une dans l'autre.

Cette dernière ouverture, très mince, suivant la place qu'occupe le clapet (9, *fig. 2*) est ouverte ou hermétiquement close par le clapet. La tige du piston (*T*, *fig. 2*) est assez volumineuse, faite d'un tube de nickel ou d'argent dans lequel on a coulé du plomb pour en augmenter le poids; elle porte des graduations qui indiquent le nombre de grammes d'eau contenus dans le corps de pompe.

Dans toute la longueur de la tige est ménagée une rainure dans laquelle est placée une petite tige parallèle (S, *fig. 2*) qui traverse le piston par une des ouvertures latérales signalées plus haut (1, *fig. 3*) pour venir faire mouvoir le clapet (Q, *fig. 1, 56*); cette tige, aussi longue que la tige principale, est coudée à son extrémité, après avoir traversé un anneau (II), le coude doit être fait de telle façon que, lorsque la partie coudée se confond avec la croix (R, *fig. 1 et 2*), qui forme la poignée de la tige, le clapet (Q, *fig. 2*) ferme hermétiquement l'ou-

verture placée dans le corps du piston (2, *fig. 2*); quand, au contraire, la partie coudée se détache de la croix en imprimant à la tige (S; *fig. 1 et 2*) un mouvement de rotation sur elle-même, elle fait glisser le clapet (Q, *fig. 2*) du piston qui découvre l'ouverture ménagée à la sortie de l'air.

La tige doit avoir trois ou quatre centimètres de plus que la longueur nécessaire au piston pour accomplir la totalité de sa course dans le cylindre en cristal.

A l'extrémité opposée au piston est placée en croix une tige creuse (R, *fig. 1 et 2*) de nickel et coulée de plomb; à cette branche transversale est vissé un contre-poids qui peut avoir la forme d'une sphère (V, *fig. 1, 2, 3*), ou d'un cylindre dont le diamètre est le même que celui du corps de pompe, mais qui est fait d'un contenant en nickel dans lequel on coule du plomb. On peut, au besoin, remplacer le revêtement métallique par un récipient en cristal et le remplir de mercure; ce contre-poids est alors fixé par deux méridiens en métal et solidement obturé par du caoutchouc ou lûté à la cire ou au ciment pour empêcher tout suintement du mercure, et toutes détériorations des diverses

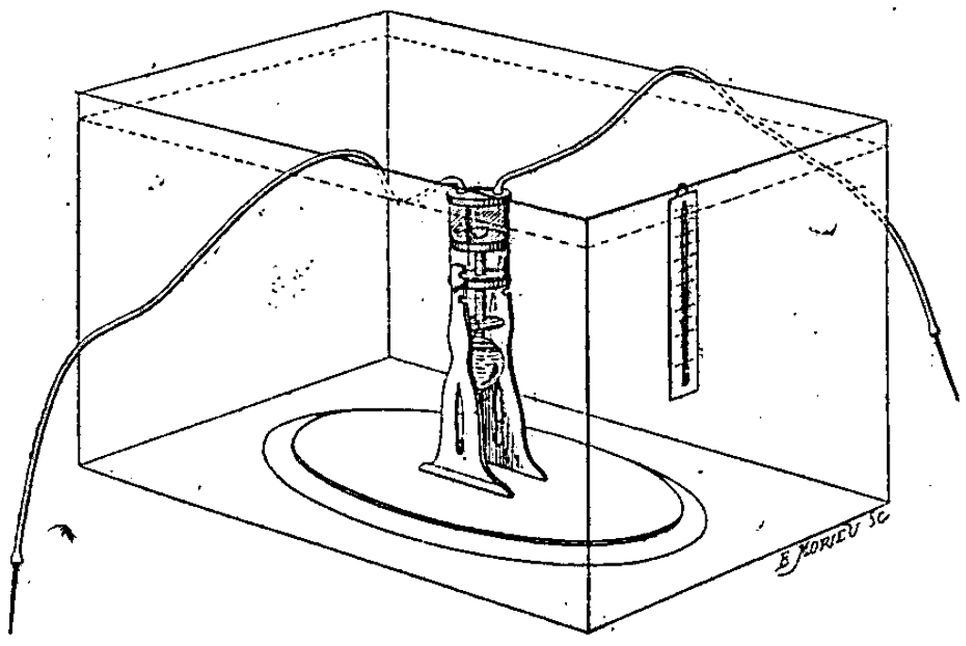


Fig. 3.

pièces métalliques de l'appareil par un amalgame. Le poids du piston de la tige et du contre-poids doit être supérieur à trois kilos.

Tout l'appareil décrit ci-dessus est supporté par deux colonnes (X, *fig. 1 et 2*) portant à leur extrémité supérieure trois encoches, l'une médiane contenant un coussinet pour recevoir le pivot (N, *fig. 1 et 2*), placé à l'armature du corps de pompe; elle doit être placée à telle distance du socle qu'il y ait au moins deux centimètres en plus de la longueur totale de la tige du piston T, à laquelle vient s'ajouter le diamètre du contre-poids V, pour que, le corps de pompe étant placé, tout l'appareil puisse tourner sur l'axe comme une cloche; au-dessus et au-dessous de cette encoche à coussinet et à égale distance sont deux autres encoches (O, *fig. 1 et 2*) dans lesquelles s'engage l'encliquetage à ressort (O, *fig. 1 et 2*) formé par le fer à cheval et destiné à maintenir l'appareil dans la position voulue suivant le temps de l'opération.

Pour donner à l'appareil une base solide, ces colonnes sont fixées sur un massif en fonte ou en nickel coulé en plomb de dimension assez étendue en longueur pour empêcher l'instrument de tomber pendant le mouvement de bascule et dont la largeur est dictée par l'écartement des branches de support nécessaire pour laisser évoluer l'appareil.

Tout l'appareil que je viens de décrire est placé dans une cuve à parois transparentes *(fig. 3)* telle qu'un aquarium; ce récipient de forme cubique doit avoir des dimensions telles que le corps de pompe, dans son complet développement, puisse faire son évolution totale en dessous du niveau de l'eau, cette cuve porte à l'un de ces angles un thermomètre gradué au dixième de degrés centigrades.

De la description de cet appareil, il s'ensuit que, pendant toute la durée de l'opération, le sang étant maintenu à une même température ne peut donner naissance à des caillots par refroidissement;

Que le sang maintenu à l'abri du contact de l'air ne peut non plus se coaguler dans son action : d'où la formation des caillots étant évitée, l'embolie n'est plus à craindre.

Par la manœuvre de l'appareil, toute bulle d'air est chassée et l'opération se fait dans le vide parfait. Mais si, par une défectuosité quelconque soit dans la manœuvre, soit dans l'appareil, une bulle d'air venait à s'introduire, par son propre poids dans le mouvement de bascule, elle viendrait se fixer contre le piston et ne pourrait en aucune façon être propulsée dans les veines de l'opéré.

C'est dire en deux mots que les seuls dangers que présente la transfusion du sang, la formation des caillots ou la pénétration de l'air dans les veines, sont évités.

La pression et l'aspiration s'exerçant mécaniquement par le poids de la poignée et de la tige du piston, on évite ainsi les secousses que donne forcément un piston poussé à la main dont la pression n'est pas toujours uniforme

Le maniement de cet appareil, qui est automatiquement aspirant ou foulant suivant la position qu'on lui donne, permet aux praticiens isolés de se passer des aides expérimentés que nécessitent toujours les anciens transfuseurs.

Encore un avantage qui a bien sa valeur lorsqu'il s'agit de transfusion de sang humain, c'est qu'on ne prend à celui qui donne son sang que la quantité absolument nécessaire pour la transfusion et que la quantité perdue pour l'appareil est presque insignifiante; tandis que, dans les transfuseurs anciens, celui de Collin à entonnoir par exemple, c'est à peine si le tiers du sang donné est transfusé, les deux autres tiers servant à charger l'appareil.

Enfin, la graduation marquée sur la tige du piston sert d'une façon exacte à mesurer la dose de sang injectée.

Ces divers avantages, que me paraît réunir l'appareil que je soumets à votre savante appréciation, feront de la transfusion du sang une opération courante et permettront aux chirurgiens et surtout aux accoucheurs d'opérer de véritables résurrections dans les cas de mort imminente par hémorragie.

M. DE MONTRICHER

Ingénieur civil des Mines, à Marseille.

ASSAINISSEMENT DE MARSEILLE ET FERTILISATION DE LA CRAU

— Séance du 19 septembre 1891 —

I

LE BALAYAGE ET LES PRODUITS DU NETTOIEMENT DE LA VILLE DE MARSEILLE

L'emploi agricole des produits du nettoiement d'une grande ville populeuse a pour point de départ l'assainissement de cette ville.

Une ville n'est parfaitement assainie que lorsqu'une alimentation entièrement saine est assurée à ses habitants et que l'air y est pur et exempt de toute émanation délétère.

A cet effet, il faut fournir aux habitants de l'eau pure, saine, abondante, à l'abri de toute contamination; tracer des rues larges, en ménageant dans toute construction, par des règlements de voirie bien entendus, le libre accès de l'air et du jour; évacuer enfin les eaux et matières usées, et les éloigner avant toute fermentation.

Le prompt enlèvement et l'éloignement immédiat des poussières, résidus de cuisine et immondices est une condition de salubrité au moins aussi essentielle que l'évacuation rapide par les égouts des vidanges et eaux ménagères.

Ces dernières matières n'agissent, en effet, que par les émanations qui s'en dégagent et ultérieurement par les infiltrations dans le sol, tandis que les corps putrescibles qui séjournent dans des seaux ou baquets, ou qui échappent au balai des ménagères exercent leur action malfaisante non seulement en altérant l'air respirable, mais aussi en contaminant les effets usuels, les vêtements, les meubles etc.; il est donc indispensable de nettoyer à fond, et tous les jours, les demeures, pour empêcher celles-ci de devenir des foyers d'infection.

L'enlèvement des matières recueillies incombe aux municipalités, qui, dans toutes les grandes villes, ont organisé à cet effet un service spécial.

A Marseille, les produits du balayage et du nettoiement, chargés en tombereaux, étaient anciennement transportés et mis en dépôt dans un

terrain situé dans la banlieue de Marseille, aux confins d'un faubourg populeux, la Capelette, au bord de la rivière de l'Huveaune. Les jardiniers et maraîchers s'y approvisionnaient d'engrais. — L'épidémie cholérique de 1884 ayant démontré les effets désastreux pour l'hygiène publique de la présence d'une grande agglomération de matières putrescibles aux portes de la ville, au bord d'une rivière traversant plusieurs centres habités, la municipalité prit provisoirement le parti de jeter à la mer, à quelques kilomètres du rivage, les produits du nettoiement, et s'arrêta enfin à la solution proposée par la Société d'assainissement des Bouches-du-Rhône, consistant à assurer le transport hors la commune, par chemin de fer, de la totalité de ces produits.

La concession, accordée pour dix années, comporte une contribution annuelle de 54.000 francs payée par la ville, dépense inscrite antérieurement au budget municipal pour le jet à la mer.

Les produits du nettoiement ou « gadoues » sont transportés en chemin de fer aux territoires agricoles où ils sont employés comme engrais.

M. le Dr O. du Mesnil préconise énergiquement, pour les « gadoues » de Paris, la solution de l'utilisation agricole, à l'exclusion d'autres procédés successivement essayés et rejetés, tels que le jet aux égouts, l'incinération, etc. Sur son initiative, le gouvernement et la ville de Paris ont fait auprès des Compagnies de chemin de fer les démarches nécessaires pour permettre le transport, à tarifs réduits, de ces matières jusqu'aux plaines infertiles de la Sologne et de la Champagne.

Le voisinage de la Crau, vaste plaine inculte de plusieurs milliers d'hectares d'étendue, facilite singulièrement pour Marseille la solution du problème, en réalisant, avec le concours de la Compagnie du chemin de fer P.-L.-M., l'assainissement de la ville, d'une part, et, d'autre part, l'emploi facile, économique des produits de cet assainissement.

Les matières sont rendues chaque jour, matin et soir, par les tombereaux des services publics, aux gares de la Joliette et du Prado, établies à l'extérieur de la ville, et chargées en wagons sur des emplacements spéciaux, séparés des quais et voies affectés aux marchandises ordinaires.

Les deux coupons de wagons formant ensemble un poids utile de 200 tonnes environ sont soudés ensemble à la première gare commune (actuellement la gare de Marseille-Saint-Charles), et sont conduits directement, comme train spécial, au centre du territoire agricole exploité, en pleine Crau inculte.

Les wagons chargés dans la journée, mis en mouvement à la tombée de la nuit, arrivent à destination avant le jour, et sont immédiatement déchargés, et leur contenu est disposé en cordons le long des voies de l'embranchement particulier qui relie le domaine de l'exploitation agricole

à la ligne du chemin de fer de Paris à Marseille, à mi-distance environ des gares de Saint-Martin-de-Crau et d'Entressen.

II.

LA CRAU

La Crau, a la forme d'un triangle sensiblement isocèle de 40.000 hectares de superficie. Le sommet est au col de Lamanon, à la cote 110; la base est formée par le canal de navigation d'Arles à Bouc, suivant une ligne orientée du nord-ouest au sud-est sur 22 kilomètres de longueur du mas Thibert à Fos.

Le long du canal d'Arles à Bouc, sur une largeur de 2 kilomètres en moyenne, la Crau pierreuse fait place aux marais de Fos, surface marécageuse de 4.500 hectares dont le niveau est sensiblement celui de la mer ou lui est inférieur en certains points.

Le col de Lamanon, distant de la base du triangle de 30 kilomètres, forme, entre les chaînes des Alpines à l'ouest et de la Trévaresse à l'est, un passage étroit ouvert sur la vallée de la Durance, donnant accès aux diverses branches des dérivations de cette rivière qui servent à l'irrigation de la Crau; c'est par cette même brèche que la Durance, alors qu'elle était une rivière torrentielle roulant une grande masse de cailloux et de galets, a fait irruption sur la plaine calcaire, et a étalé ses eaux tumultueuses sur sa vaste surface. Ainsi s'explique la forme conique bien accentuée de la plaine présentant, du sommet à la base, une pente sensiblement constante de $0^{m},003$ par mètre.

L'examen de la carte de la Crau, avec courbes de niveau de 2 en 2 mètres, d'après un nivellement exécuté avec beaucoup de soin et d'exactitude par la Compagnie de colmatage de la Crau, rend particulièrement sensible la forme du cône de déjection dont les directrices, figurées par les courbes de niveau, se suivent du sommet à la base, avec un parallélisme parfait en subissant toutefois, vers les cotes 40 et 10, des interruptions brusques formées par des espèces de trous, escarpés en amont, à pente douce en aval; ce sont les étangs d'Entressen et de Dezeaume.

La constitution physique et chimique du sol et du sous-sol de la Crau corrobore l'hypothèse qui attribue à la Durance l'origine de sa formation. Sa surface est, en effet, uniformément recouverte, sur une épaisseur de 2 ou 3 centimètres, de galets et de cailloux roulés, identiques aux cailloux quartzeux, aux diorites, aux euphotides que l'on rencontre par grandes masses dans le lit actuel et sur les berges de la Durance.

Le sol est constitué par des cailloux de toutes grosseurs semblables à ceux de la surface, mélangés à une terre argilo-siliceuse, friable, sen-

siblement perméable, qui règne sur toute l'étendue de la Crau sur une épaisseur variant de quelques centimètres à 70 et même à 80 centimètres.

Au-dessous est un poudingue très dur, d'épaisseur variable, formé par les mêmes cailloux roulés, agglutinés par une gangue calcaire.

Sous le poudingue, on retrouve, sur une épaisseur de plusieurs mètres, les cailloux roulés mélangés à divers sables et graviers. Une nappe d'eau continue baigne cette couche sur une épaisseur variable.

Le poudingue doit sans doute sa formation aux eaux pluviales, qui, en l'absence de toute végétation, et tenant en dissolution de l'acide carbonique, ont dissous peu à peu le calcaire constitué par les alluvions crétacées mélangées aux cailloux, entraînant ainsi dans le sous-sol la chaux, qui s'est déposée, et a formé un ciment calcaire.

Des expériences faites aux abords de l'embranchement qui reçoit les balayures de Marseille ont permis d'évaluer les volumes respectifs des cailloux et de la terre qui reposent sur le poudingue.

Cailloux et galets de la surface :

Épaisseur moyenne	0^{m}, 027
Volume moyen réel par mètre carré	0^{m3},019

Cailloux et galets de l'intérieur de la couche de terre :

Volume moyen par mètre cube	0^{m3},291

Couche de terre et graviers passant au tamis de 1 centimètre :

Volume moyen par mètre cube	0^{m3},709

Les cailloux et galets de l'intérieur occupent donc un volume un peu inférieur au tiers du volume total.

La terre fine, rigoureusement séparée des cailloux, galets et graviers de toutes dimensions, représente environ 50 0/0 du volume total.

CONSTITUTION PHYSIQUE DU SOL DE LA CRAU.

Terre séparée des cailloux mélangés :

Sable grossier	50
Sable fin	24,3
Argile	18,6
Calcaire	1,4
Humus et eau volatile	5,7
	100,0

Analyse chimique (1) :

Azote	1,100
Acide phosphorique	1,036
Potasse	2,680
Chaux	6,400
Alumine et oxyde de fer	61,600
Résidus de silice et silicates insolubles dans l'eau régale (dont potasse 17 0/0)	881,280
Corps non dosés	45,504
	1.000,000

De toute antiquité, la Crau a servi de pâturage aux moutons qui, pendant l'hiver, se nourrissent des maigres herbages poussant sous les galets.

Les premiers essais de mise en culture datent du XVI^e^ siècle; le canal de Craponne, construit à cette époque, et plus tard celui des Alpines, ont permis d'irriguer et de « colmater » de grandes étendues de terre inculte.

Mais le colmatage dû aux seules irrigations, à raison d'un volume annuel de 15 à 20.000 mètres cubes d'eau dérivé de la Durance, par hectare, se fait très lentement. Il a fallu près de trois cents ans pour rendre 20.000 hectares environ de terrain propres à la culture. Par contre, les terrains conquis sur la Durance, constitués uniquement par les couches de limons superposées, sont d'une admirable fertilité; on pouvait donc, sans déraison, concevoir le projet de transformer la Crau par le colmatage, mais de manière à opérer cette transformation en quelques années seulement par l'apport fréquent de grandes masses d'eaux limoneuses, dérivées de la Durance, pendant les grandes crues que subit cette rivière plusieurs fois par an, augmentant son débit de 80 mètres cubes, à l'étiage, à 5 ou 6.000 mètres cubes par seconde.

Ces idées, développées par un ingénieur éminent, Nadault de Buffon, reçurent un commencement de réalisation. Une Compagnie se fonda, sous le patronage et avec la garantie de l'État, et entreprit de dériver de la Durance, en temps de crue, et en dehors des périodes d'irrigation, de grandes masses d'eaux, très chargées en limons, et à en inonder les surfaces à colmater.

Mais, au moment de mettre ce projet à exécution, la Compagnie du desséchement des marais de Fos et du colmatage de la Crau se ravisa, estimant sans doute que la dépense ne serait pas proportionnée aux résultats probables, et modifia même la raison sociale en en faisant disparaître le mot « colmatage ». Le directeur de la Compagnie, M. l'ingénieur Dornès, émit, en effet, l'opinion que le colmatage, tel que l'avait préconisé Nadault de Buffon, serait une opération non seulement coûteuse, mais

(1) Exécutée dans le laboratoire de M. Gastine, chimiste à Marseille, chargé d'une mission agronomique par le Ministère de l'Agriculture.

inutile et même nuisible, la constitution argilo-calcaire des limons de la Durance ayant surtout pour effet d'augmenter le durcissement du sol, sans apport appréciable d'éléments fertilisants, et de nécessiter en conséquence l'emploi de grandes masses d'eau d'irrigation pour le rendre propre à la culture, résultat diamétralement opposé à celui recherché.

Il n'en est pas moins vrai que les volumes d'eau nécessaires pour l'irrigation sont plus considérables en terrain inculte que sur un sol colmaté; aussi l'irrigation de la Crau inculte, extrêmement perméable, exige-t-elle au début d'énormes quantités d'eau; ce n'est qu'après avoir été pourvue du *corps* dont elle a besoin pour la venue de la végétation qu'on peut limiter les irrigations aux contingents ordinaires de 1 litre à 1 litre et demi par seconde et par hectare.

Les limons de la Durance contiennent, en moyenne, par kilogramme à l'état soluble dans les acides (1):

Azote	$0^{gr},800$
Acide phosphorique	1, 050
Potasse	2, 900

D'après Barral et de Gasparin, les limons contiennent des calcaires et des silicates par parties sensiblement égales (42 0/0 environ).

On trouve, dans un mètre cube d'eau de Durance, en moyenne $1^{k},48$ de limons.

L'irrigation d'un hectare de terrain, correspondant à 19.000 mètres cubes d'eau par an, fournit par conséquent $19.000 \times 1.48 \times 0,0008 = 22^{k},50$ d'azote, 29 kilogrammes d'acide phosphorique et 81 kilogrammes de potasse, quantités que l'on ne peut tenir pour négligeables.

On s'explique même que les couches superposées de limons sur les rives périodiquement inondées de la Durance fournissent des éléments fertilisants suffisant à toutes cultures, d'autant plus que leur état d'humidité favorise l'absorption de petites quantités d'azote ammoniacal de l'air.

Mais les éléments fertilisants seraient sans effet sur le sol de la Crau, si sa constitution physique n'était modifiée de manière à le rendre apte à utiliser ceux-ci et à retenir dans sa partie active les matières minérales qui contribuent à la substance des végétaux.

Aussi les engrais composés exclusivement de sels chimiques sont-ils insuffisants en Crau, leurs effets sont chimériques, et on ne peut les employer avec quelque utilité que sur des terres déjà bien engraissées d'humus, produit par la décomposition des matières organiques.

Mais la transformation du sol de la Crau par couches successives de limon de 10 à 15 mètres cubes par hectare et par an ne peut être que très lent et ne se réalise qu'au bout de périodes plus que séculaires.

L'emploi judicieusement combiné des irrigations par les eaux de la

(1) Analyses Gastine.

Durance et des engrais formés par les balayures et vidanges de Marseille provoque en peu d'années le feutrage du sous-sol de la Crau ; il transforme ce dernier en lui incorporant, outre les éléments constitutifs de l'engrais, l'humus ou matière noire agissant autant comme véhicule des agents nutritifs que comme fertilisant.

L'humus modifie et dissout les éléments minéraux des engrais que les racines, qui se développent dans sa masse, absorbent peu à peu, et constitue, suivant la propre expression du président du Congrès, M. Dehérain, le vrai laboratoire de la nourriture végétale.

D'après les analyses citées plus haut, un hectare de terrain, en Crau, contient sur une épaisseur de 0m,20 (déduction faite du volume occupé par les pierres) :

Chaux	16.000	kilogrammes.
Azote.	2.770	—
Acide phosphorique	2.600	—
Potasse.	6.500	—

Le sol naturel de la Crau, vierge, est donc pauvre en chaux et contient des quantités moyennes d'azote et d'acide phosphorique et de potasse ; mais ces minéraux ne seront assimilés qu'autant que les irrigations et l'humus auront rendu la couche arable propre aux réactions chimiques.

III

LES IRRIGATIONS DANS LA CRAU

La hauteur d'eaux de pluies tombées en Crau est en moyenne de 590 millimètres par année, égale ou supérieure à celles que l'on observe dans plusieurs départements du Nord et du Centre.

Les eaux météoriques contiennent de l'azote dissous, des nitrates, du carbonate d'ammoniaque, des chlorures, des sulfates, etc., elles apportent donc au sol certains éléments fertilisants (10 kilogrammes d'azote par hectare pour une hauteur d'eau de 600 millimètres); et à raison de 6 à 7.000 mètres cubes par hectare, correspondant à une hauteur udométrique moyenne de 650 millimètres, assez fréquemment réalisée, elles peuvent suppléer aux irrigations, à la condition toutefois d'être réparties en un grand nombre de jours et de tomber par petites quantités à la fois. — Les pluies d'orage lavent sans profit, ou même ravinent et détériorent les terrains qui les reçoivent ; elles sont sans effet sur le sol perméable de la Crau inculte. C'est en Provence le cas le plus fréquent, aussi serait-il téméraire de compter, dans nos pays, sur les eaux du ciel pour fertiliser la terre, malgré les indications du pluviomètre.

La Durance fournit à la Crau un contingent de 20 à 25 mètres cubes

d'eau par seconde, au moyen des nombreuses dérivations des canaux de Craponne et des Alpines (branche méridionale).

Le premier de ces canaux, qui porte le nom de son auteur, Adam de Craponne, date du XVI^e^ siècle; il embrasse la plus grande partie de la Crau, entre ses branches d'Arles et de Salon, issues de la branche mère, à Lamanon, sommet du cône de déjection; celui-ci serait donc ainsi accessible partout aux eaux vivifiantes de la Durance si celle-ci pouvait en fournir en assez grande abondance.

Les canaux des Alpines furent construits vers la fin du siècle dernier sur l'initiative de M^gr^ de Boisgelin, archevêque d'Aix. La branche mère, dite canal Domanial, se partage un peu en amont de la trouée de Lamanon en deux réseaux distincts, dont l'un, la branche méridionale, irrigue le sud-est de la Crau et les territoires environnants.

Grâce au concours que l'État a toujours largement prodigué aux entreprises ayant pour objet la régénération de la Crau, surtout lorsque celle-ci a pour complément l'assainissement de Marseille, on peut compter sur de nouveaux contingents d'eaux d'irrigations de 5 à 6 mètres cubes d'eau par seconde, pouvant servir, en terrain progressivement transformé par les irrigations et les produits du nettoiement de Marseille, à l'arrosage de 5.000 hectares de prairies et à garantir contre la sécheresse 10 à 12.000 autres hectares où l'on pourra pratiquer, en les répartissant convenablement, certaines cultures sans arrosage direct, telles que la vigne ou les céréales, grâce à *l'épaisseur accrue* et à la *perméabilité diminuée* du sol transformé.

L'eau de la Durance contient par mètre cube (1):

Silice			5^gr^,60
Acide phosphorique			0, 13
Chaux			89, »
Magnésie			19, 10
Potasse			4, 95
Acide sulfurique			95, 75
Chlore			16, 55
Soude			12, »
Azote	nitrique	0,194	0, 323
	ammoniacal	0,129	
	organique	traces	

L'arrosage d'un hectare de Crau correspondant à un contingent annuel de 9.000 mètres cubes, fournit (2) :

(1) D'après les analyses faites dans le laboratoire de M. Gastine sur des eaux recueillies le 17 août 1891 : 1° dans le lit de la Durance à la prise du canal de Craponne; 2° dans le canal de Craponne au bassin de partage de Lamanon.

Résidu fixe par mètre cube : 1^er^ échantillon, 327 grammes; 2^e^ échantillon, 345 grammes.

(2) Paul de Gasparin a fait sur les eaux de la Durance une série d'expériences dont les résultats concordent sensiblement avec les teneurs ci-dessus, mais J.-A. Barral, dans son Rapport sur les irrigations en 1875-76 donne des chiffres très différents surtout pour la potasse et l'acide phosphorique dont les apports par hectare, au moyen des eaux d'arrosage seraient de 243 kilogrammes et de 209 kilogrammes comparables à ceux des plus riches fumures.

Acide phosphorique.	kilogr.	2,47
Chaux		1.834,00
Magnésie		361,00
Potasse		93,00
Soude.		226,00
Azote		6,14

D'autre part, les limons charriés par ce même volume d'eau contiennent :

Chaux	kilogr.	8,700,00
Azote		22,50
Acide phosphorique.		29,00
Potasse		81,00

L'apport total par l'eau d'arrosage d'un hectare sera donc :

Chaux.	kilogr.	11.500,00 environ.
Azote.		28,64 —
Acide phosphorique		31,47 —
Potasse		174,00 —

En résumé, les eaux de la Durance procurent au sol de la Crau, outre les bienfaits inhérents à l'irrigation proprement dite, des contingents notables de chaux, d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, et le colmatent sur une épaisseur annuelle de 0m,002 environ.

IV

LES CULTURES DE LA CRAU

Les produits du nettoiement de la ville de Marseille (balayures des rues, des places publiques, des quais, des chaussées macadamisées, gadoues, épluchures de marchés) contiennent, après dessiccation :

Eau	19,44
Matières inorganiques	51,12
Matières organiques	29,44
	100,00

Leur teneur en éléments fertilisants est la suivante :

Azote.	0,68	sur 100 parties,	en poids.
Acide phosphorique	0,94	—	—
Potasse.	0,59	—	—
Chaux	1,31	—	—

Les produits du nettoiement forment donc un engrais sensiblement plus riche que le fumier de ferme qui contient en moyenne :

(1) Analyse de M. Audoynaud, professeur de chimie à l'École d'agriculture de Montpellier.

Azote	0,41
Acide phosphorique	0,18
Potasse	0,49
Chaux	0,56

La fermentation amène parfois, dans les balayures et produits du nettoiement, une certaine déperdition d'azote, qui, réduit à l'état gazeux, s'échappe dans l'atmosphère; on peut obvier à cette déperdition par des additions de sulfate de fer qui fixe l'azote ammoniacal, et de matières de vidange qui enrichissent les produits en azote et contribuent à rendre le milieu moins réducteur.

Le poids spécifique des gadoues fraîches est de 0,750 en moyenne.

Le déchet, après fermentation, est de :

En poids	33 0/0
En volume	50 0/0 environ.

Les teneurs moyennes des matières fécales, en éléments fertilisants, sont les suivantes :

Azote	1.60	sur 100	parties en poids.
Acide phosphorique	0.42	—	—
Potasse	0.24	—	—
Chaux	0.15	—	—

En faisant varier la proportion de ces matières mélangées aux gadoues de 10 à 40 0/0, on obtient des engrais contenant de 1 à 1 1/2 d'azote.

Si l'on se reporte aux analyses que nous avons données plus haut du sol naturel de la Crau, on constatera qu'un appoint de 20 tonnes de balayures fermentées (gadoues noires) par hectare contenant :

Azote	150	kilogrammes.
Acide phosphorique	180	—
Potasse	136	—
Chaux	330	—

sera suffisant pour toutes les grandes cultures; mais il importe d'augmenter considérablement ces quantités pendant la période d'établissement, pour constituer *à bref délai*, ainsi que nous l'avons exposé plus haut, l'*humus* propre à servir de véhicule aux agents fertilisants, donner au sous-sol un certain *feutrage* et atténuer sa perméabilité de manière à rendre effectives les irrigations réduites au contingent normal de 1 litre à 1 litre 20 par seconde; pour obtenir, en un mot, en quelques années les mêmes résultats que l'opération séculaire du colmatage naturel.

Pour l'établissement des prairies et luzernes, on a constitué le sol réalisant les conditions qui précèdent, après un épierrage préalable, mais sans défrichement en formant une couche d'humus au moyen de 150 tonnes de « gadoues noires » par hectare.

Le labour préalable à la création d'une prairie serait un travail inutile et même nuisible dans des terrains, qui, servant à la dépaissance des troupeaux depuis des siècles, sont notablement plus riches près de la surface, sur une épaisseur de quelques centimètres, qu'au contact du poudingue. On a donc remplacé avec avantage tout défoncement ramenant à la surface les parties les moins riches du sol, par une couche d'humus ayant une épaisseur suffisante pour permettre l'ensemencement. On pourrait appréhender néanmoins que ces matières organiques putréfiées ne constituassent un milieu réducteur qui pourrait entraver la nitrification de l'azote emprunté soit au sol, soit à l'engrais, soit, sous une forme particulière, à l'atmosphère elle-même; mais pareille éventualité ne se présentera jamais pendant la période d'établissement, après quoi on diminue les proportions d'engrais. — On peut faire, avant la fin de l'hiver, au moment où les eaux de la Durance sont chargées de limons calcaires, un limonage général des prairies, dont la création remonterait à plus de deux ans.

Le prix d'établissement des prairies créées dans le domaine des Poulagères, qu'exploite l'entreprise concessionnaire de la fertilisation de la Crau par les produits du nettoiement de Marseille, est de 1.000 francs en moyenne. De cette somme il faut déduire 100 francs produits par la vente des pierres à macadam et à ballast, provenant de « l'épierrage » des terrains mis en culture. Le prix net de l'établissement d'une prairie peut donc être évalué à 900 francs par hectare.

Le sol de la Crau se prête également aux cultures de la vigne, des céréales et autres. Le Domaine des Poulagères a été divisé de manière à répartir ces cultures suivant le programme exposé plus haut, en réservant le lot le plus important aux terres irrigables destinées à être transformées en prairies.

Les terres plantées en céréales et en vignes reçoivent un défoncement préalable, qui les débarrasse de toute végétation étrangère, et sont pourvues en temps utile, de quantités de gadoues plus ou moins enrichies, variant de 20 à 80 tonnes par hectare. Les prix d'établissement de ces cultures peuvent être estimés respectivement à 700 et à 1,800 francs, déduction faite des produits de l'épierrage.

Ces derniers consistant en pavés, cailloux cassés, pierres à macadam, sont expédiés par chemin de fer. Les produits du nettoiement et de l'assainissement de la ville de Marseille parvenant au cœur de la Crau par trains complets, rien n'est plus facile ni plus logique que d'utiliser au retour les wagons vides pour transporter dans cette même ville les matériaux qui lui manquent.

Ainsi, la Société nouvelle du canal d'irrigation de Craponne et d'assainissement des Bouches-du-Rhône (raison sociale sous laquelle s'est cons-

tituée l'entreprise de la fertilisation de la Crau par les produits de l'assainissement de Marseille) crée, entre une grande ville populeuse et un territoire aride et inculte, un échange continu de matières qui, manquant dans l'une, sont utiles dans l'autre et réciproquement, et établit un double courant substituant les bienfaits de l'existence et de la prospérité au maintien de la stérilité du sol, et aux ravages des maladies épidémiques.

M. J. KÜNCKEL D'HERCULAIS

Assistant au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

LES INVASIONS DES ACRIDIENS, VULGO SAUTERELLES, EN ALGÉRIE PENDANT L'ANNÉE 1891

— Séance du 20 septembre 1891 —

L'Algérie est une colonie essentiellement agricole et son développement économique est une conséquence du rendement de ses cultures ; lorsque la production agriculturale du pays est menacée ou amoindrie, il y a arrêt immédiat de sa prospérité. Or, sa position géographique n'offre rien de comparable à celle de tel ou tel pays continental, de la France en particulier. Placée entre le Maroc à l'ouest, entre la Tunisie et la Tripolitaine à l'est, flanquée au sud des immensités sahariennes, elle subit le contre-coup des événements naturels qui se passent dans ses contrées. Le nord de l'Afrique est envahi séculairement et périodiquement par les sauterelles. On organise la lutte contre le fléau en Algérie et en Tunisie ; au Maroc, en Tripolitaine, les populations musulmanes restent indifférentes et leurs territoires donnent asile à des millions d'ennemis, les Stauronotes marocains qui s'y multiplient tout à l'aise pour fondre tôt ou tard sur nos colonies. Le Soudan et le Sahara servent de repaires à certains Acridiens plus redoutables encore, les Criquets pèlerins, qui, de temps à autre, viennent ravager le nord de l'Afrique, et en particulier l'Algérie et la Tunisie. L'agriculture, dans ces régions, devra donc toujours compter avec ces envahisseurs qu'ils prennent naissance sur les Hauts-Plateaux, en arrière de l'Atlas, ou arrivent du Sahara, ou même du Soudan.

En 1891, l'Algérie et la Tunisie ont dû lutter contre les deux envahisseurs ; les Stauronotes marocains et les Criquets pèlerins. M. Künckel d'Herculais, après avoir rappelé les communications qu'il a faites aux

Congrès de Paris et de Limoges sur la lutte qu'il a été chargé d'organiser, depuis 1888, contre les Stauronotes, s'attache à retracer la physionomie de l'invasion des Criquets pèlerins, les sauterelles de la Bible, en insistant sur les observations biologiques qu'il a faites, observations qui fournissent des renseignements inattendus permettant de lutter méthodiquement (voir Communication faite à la Section de Zoologie), puis en énumérant les procédés mis en œuvre pour opérer la destruction des envahisseurs.

La plupart des propriétaires du littoral, nouveaux venus en Algérie, n'avaient pas vu d'invasion ; ils étaient demeurés sceptiques devant les doléances des anciens, les plaintes des habitants des Hauts-Plateaux ; ils se fiaient au vent du désert pour jeter les vols à la mer, au vent de la mer pour les refouler dans le désert. Vaincus par l'évidence, en quelques semaines ils réparèrent le temps perdu. S'apercevant que, quels que fussent leurs efforts, ils étaient impuissants à chasser des cultures les insectes pressés de pondre qui trouvaient entre les ceps des espaces dénudés propres au dépôt de leurs œufs. On se contenta de laisser la ponte s'effectuer tranquillement, puis on se mit à l'œuvre, labourant, piochant les gisements d'œufs pour les ramener à la surface du sol, afin de les exposer à la chaleur stérilisante du soleil d'Afrique. Mais le temps allait manquer pour bouleverser tous les dépôts d'œufs, car on n'avait devant soi que quelques jours pour se préparer à lutter contre les jeunes Acridiens ; ceux-ci, qui n'éclosent que quarante à quarante-cinq jours après la ponte dans le Sahara et sur les Hauts-Plateaux, sortent de l'œuf vingt à vingt-cinq jours après sur le littoral. L'administration mit alors à la disposition des communes des centaines de kilomètres d'appareils cypriotes (voir Conférence, Oran 1888) qui avaient fait leur preuve dans la lutte contre les Stauronotes marocains ; on expérimenta à nouveau les barrages en zinc qu'on avait cherché à utiliser en 1866, en 1874 et 1877 ; on mit à l'essai divers insecticides, notamment l'huile lourde et l'acide phénique.

Lorsque, dans quelques mois, seront dépouillés les rapports circonstanciés que les communes sont actuellement occupées à rédiger, on sera à même d'affirmer la somme d'efforts faits pour sauvegarder la récolte des céréales et la vendange pendante ; on pourra se rendre compte des dépenses qu'a entraînée la double lutte contre les Stauronotes marocains et les Criquets pèlerins en 1891, on jugera de quelle importance ont été les sacrifices faits par l'État, les départements, les communes et les particuliers.

Aujourd'hui que la campagne est terminée, on peut se rendre compte des résultats : ils sont d'une grande importance. Au point de vue pratique on a acquis la certitude qu'on possédait contre les Criquets pèlerins des moyens d'action qui permettaient de lutter contre eux victorieusement, et que, dans l'avenir, l'application raisonnée de ces moyens d'action serait infiniment moins onéreuse ; au lieu de millions, quelques centaines de

mille francs suffiront pour conduire la lutte. Au point de vue moral, les esprits sont rassurés, car on peut être certain que les invasions ne traîneront plus jamais à leur suite les désastres des temps passés, qu'il n'y aura plus ni famine ni peste. L'exemple du Maroc n'est-il pas là pour nous donner confiance ; le fatalisme musulman régnant en maître, les indigènes ont vu d'un œil triste, mais indifférent leurs récoltes disparaître sous la mandibule des sauterelles ; aussi la famine est-elle venue les surprendre et les réduire à la misère.

Mais, en donnant ces conclusions rassurantes, M. Künckel fait observer que l'Algérie est un pays absolument musulman et que les leçons du présent ne doivent pas être perdues pour l'avenir; il est donc plus que jamais nécessaire de poursuivre les études biologiques sur les Acridiens, et indispensable d'organiser avec plus de méthode, s'il est possible, les luttes des années suivantes aussi bien contre les Staurônotes marocains autochtones que contre les Criquets pèlerins nomades.

M. Georges COUTAGNE

Ancien Élève de l'École Polytechnique, à Rousset (Bouches-du-Rhône).

DE L'INFLUENCE DU CALCAIRE SUR LES VIGNES AMÉRICAINES

— Séance du 22 septembre 1891 —

Dans un clos de six hectares environ, faisant partie du domaine du Défends, commune de Rousset (Bouches-du-Rhône), clos planté en jacquez racinés au printemps 1885, et greffé en 1886 en aramon, petit-bouschet et mourvédre, se trouve une très légère dépression (dans la partie greffée en aramon), à peine sensible en temps ordinaire, tout le clos paraissant horizontal, mais se manifestant nettement après les forts orages. Les eaux s'y accumulent alors, après avoir ruisselé sur les parties voisines, et y séjournent pendant quelques heures, parfois même pendant un jour ou deux. Le sol de ce clos est en effet médiocrement perméable ; il est *autochtone*, suivant l'expression de Scipion Gras (1), c'est-à-dire originaire du sous-sol, et ce dernier est formé par les « marnes rouges de la plaine du Lar » (2), puissant étage de marnes ferrugineuses, compactes. Géolo-

(1) *Traité élémentaire de Géologie agronomique*, 1870, p. 253.

(2) M. Collot (*Description géologique des environs d'Aix en Provence*, 1880, p. 90) désigne ces marnes par la lettre L^2, et les rattache, avec M. Matheron, au Garumnien, les couches sous-jacentes, à lignites, étant pour lui l'équivalent de la craie blanche. Dans la carte du service des mines, feuille n° 235 (Aix en Provence), ces marnes rouges sont classées dans le danien, et font partie de l'étage $c^{9\cdot d}$.

giquement, ces marnes font partie de cette intéressante formation fluvio-lacustre, qui termine en Provence la série des terrains crétacés.

En 1887, c'est-à-dire à la deuxième feuille française, les souches de cette dépression étaient plus vertes, et paraissaient plus vigoureuses que celles des parties voisines ; mais en 1888 elles jaunirent beaucoup; en 1889 la chlorose augmenta encore, et en 1890 toutes les souches greffées étaient visiblement perdues : sarments réduits à 30 ou 40 centimètres, feuilles petites, pas de chlorophylle, etc.

Je voulus me rendre compte de la cause de cette mortalité. Une première analyse sommaire du sol me montra qu'au milieu de la tache chlorosée, le sol était environ deux fois plus calcaire que dans les portions voisines où toutes les souches étaient vigoureuses et bien vertes. Une seconde étude plus minutieuse me donna les résultats suivants (1).

A. *Dépression où les jacquez même non greffés jaunissent fortement, et où les jacquez greffés meurent rapidement.*

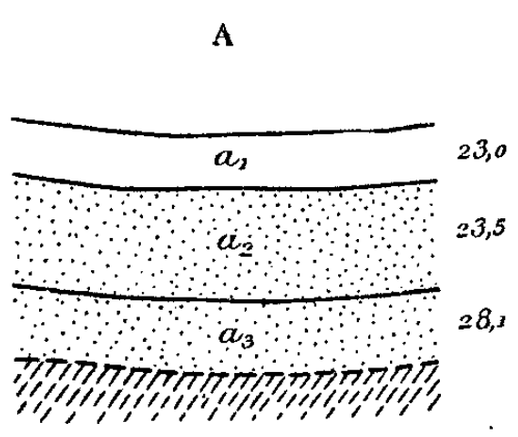


Fig. 1.

a_1 représente la couche superficielle, d'une épaisseur de 15 centimètres environ, couche qui est remuée par les labours annuels; échantillon pris à 5 centimètres de profondeur; calcaire : 23 0/0.

a_2, couche moyenne, sol proprement dit, non remué par les façons, mais ameubli avant la plantation par le défoncement; épaisseur de 25 centimètres environ ; échantillon pris à 25 centimètres de la surface du sol ; calcaire : 23,5 0/0.

a_3, sous-sol, n'a pas été atteint par le défoncement ; échantillon pris à 60 centimètres de profondeur ; calcaire : 28,1 0/0. Il est à noter que ce sous-sol est ici de même nature que le sol a_2 : même ameublissement, aucune ligne de démarcation visible, dans la coupe du terrain, entre a_2 et a_3 ; les racines de la vigne pénètrent dans ce sous-sol ; on en voit jusqu'à 60 centimètres de profondeur, et même plus bas.

B. *Terrain en pente excessivement faible* (1) *où les jacquez même greffés restent très verts.*

b_1, couche superficielle correspondant à a_1 ; n'a que 10,6 de calcaire.

b_2, couche moyenne du sol ; n'a que 10,2 0/0.

b_3, sous-sol, tout à fait différent de la couche précédente, d'une dureté et d'une compacité excessive, parfaitement imperméable; aucune racine ne pourrait y pénétrer: ce sont les marnes rouges en place. L'échantillon pris à 60 centimètres de profondeur, comme pour a_3, donne 18,2 0/0 de calcaire.

(1) La concavité du sol en A, et la pente en B, ont été beaucoup exagérés sur la figure, afin de les rendre sensibles à l'œil.

Les taux de calcaire que nous venons d'indiquer ont été obtenus par la méthode de M. de Montdésir, en opérant sur la terre simplement séchée à l'air (1). Les échantillons étaient porphyrisés avec soin, et j'attendais pour chaque analyse que tout le calcaire eût été attaqué par l'acide tartrique ; dans ces conditions on obtient le taux du calcaire *total*. Les échantillons de terre analysée ne renfermaient ni cailloux ni graviers : tout passait, après émiettement à la main, au tamis de un millimètre.

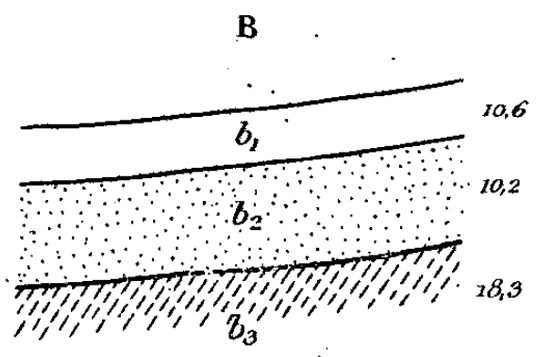


Fig. 2.

Je donnerai maintenant les conclusions qu'on peut déduire de cette petite étude, et quelques observations qu'elle peut en outre suggérer.

1° Dans les marnes rouges de la plaine du Lar, et dans le canton de Trets (Bouches-du-Rhône) — car il faut se garder de trop généraliser, — le jacquez greffé (en aramon) n'est pas sensiblement affaibli par la chlorose, si le sol ne dose pas plus de 10 à 11 0/0 de calcaire. Si le terrain en contient de 10 à 20 0/0, il convient de ne pas le greffer. S'il en contient 20, 25 ou au delà, il faut même s'abstenir de le planter. Toutefois, il reste un peu d'indécision sur cette dernière limite : en A, est-ce le sol à 23 0/0 de calcaire qui fait mourir les souches, ou le sous-sol a_3 à 28 0/0, sous-sol dans lequel, je l'ai déjà dit, pénètrent les racines (2) ? L'étude d'autres taches de chlorose dans des terrains constitués comme en B, c'est-à-dire sans sous-sol perméable aux racines, me permettra bientôt, j'espère, d'élucider ce point.

2° L'appareil de Montdésir a été préconisé avec raison pour les analyses de terres renfermant de très minimes quantités de calcaire ; c'est alors un guide précieux pour les opérations de chaulage dans les terrains siliceux. Mais cet appareil peut rendre des services non moins grands dans les conditions les plus opposées, c'est-à-dire pour les terrains très calcaires. Les vignes américaines, toutes plus ou moins calcifuges, ont à ce point de vue une résistance très variable de l'une à l'autre ; il serait à désirer qu'on pût, dans chaque région, pour chaque nature de terrain et pour chaque méthode de culture (production directe ou greffage) connaître les coefficients de résistance au calcaire des principaux cépages américains (3).

(1) De ce fait il y aurait une légère correction à faire subir aux chiffres indiqués précédemment ; d'après d'autres analyses complètes, la terre de ce clos, séchée à l'air, garde encore environ 2,4 0/0 d'humidité, par rapport à la terre séchée à 100° ; chacun des nombres trouvés devrait donc être multiplié par le coefficient 1,0245.

(2) M. Ravaz (*Les vignes américaines dans les terrains calcaires*, in : *Progrès agricole de Montpellier*, p. 71, 26 janvier 1890) indique certains cas dans lesquels un sous-sol excessivement calcaire n'a pas d'influence nuisible.

(3) D'après M. Chatin (*Bull. Soc. bot. France*, 8 avril 1870), qui a étudié à ce point de vue le châtaignier, la limite extrême de la teneur en chaux des sols où cet arbre prospère est de *trois pour cent*. Les vignes américaines semblent toutes être moins calcifuges.

Il sera peut-être nécessaire de distinguer, dans certains cas, le calcaire total du calcaire immédiatement assimilable, c'est-à-dire rapidement soluble dans les acides étendus; précisément l'appareil de Montdésir permet de faire commodément cette distinction.

3° L'analyse chimique d'une terre ne doit pas être faite, en général, au moyens d'échantillons moyens représentant la composition d'une grande étendue de terrain. L'exemple que je viens de donner montre, en effet, comment des différences locales très intéressantes pourraient alors passer inaperçues. Toutefois, le dosage du phosphore, de la potasse et de l'azote sont des opérations encore si longues et si délicates, par les méthodes ordinaires, qu'on est bien forcé, comme pis aller, de réduire le plus possible, pour ces dosages, le nombre des échantillons à analyser. Mais pour la chaux, il n'en est plus de même, vu la rapidité et la précision que donne la méthode de Montdésir. J'ai entrepris, pour ma part, de dresser la carte *calcimétrique* de ma propriété, ce qui, pour 85 hectares, exigera, à raison de 8 ou 10 échantillons par hectare, chacun double (sol et sous-sol), de quinze à seize cents dosages. On doit néanmoins toujours employer des échantillons moyens, mais à la condition qu'ils correspondent réellement à des points déterminés. Je prends en général quatre échantillons, tout autour et à 50 centimètres de distance d'un point bien précis (une souche de vigne le plus souvent), facile à reporter exactement sur un plan ; c'est avec ces quatre échantillons que je prépare, suivant les règles ordinaires, l'échantillon moyen qui est en fin de compte, seul analysé.

4° La dépression A, où le calcaire s'est pour ainsi dire spontanément concentré, venu des terres voisinss, est fort intéressante à étudier. La constitution du sous-sol a_3, identique au sol a_2, montre clairement que la dépression, autrefois plus accusée, a été comblée peu à peu par le ruissellement des eaux d'orage ; encore maintenant ces eaux y apportent des limons plus riches en calcaire que les terres dont ils proviennent, et ce calcaire descend peu à peu par dissolution, dans le sous-sol, où il se concentre ; car, d'une part, l'imperméabilité complète des couches profondes (marnes rouges non remaniées) arrête le mouvement vertical de descente des eaux, et, d'autre part, la faible perméabilité du sol, sa grande hygroscopicité, et la sécheresse du climat provençal, réduisent à bien peu de chose le drainage naturel, c'est-à-dire l'écoulement lent des eaux, à travers le sol, et à la surface du sous-sol imperméable. Dans cette sorte de triage que les eaux font subir aux éléments du sol, on voit nettement les destinées du calcaire ; mais que deviennent les autres éléments utiles et rares du sol arable, c'est-à-dire la potasse, le phosphore et l'azote ? C'est ce que je me propose d'élucider, par une étude plus complète du sol de cette dépression, comparé à celui des portions voisines.

5° Il est un préjugé encore très répandu parmi les viticulteurs : c'est de croire que dans les terrains *rouges*, c'est-à-dire très ferrugineux, les vignes américaines ne se chlorosent pas. Les exemples du contraire, indépendamment de celui que je viens de donner, sont malheureusement trop nombreux dans tout le bassin du Lar, où plusieurs formations de marnes rouges rognaciennes affleurent sur des étendues considérables. Les noms mêmes des villages de Rousset et de Châteauneuf-le-Rouge dérivent sans doute de la couleur ocracée si intense de leurs terres. Dans ces terrains si nettement ferrugineux, les Riparia en particulier, ont échoué presque partout. Faut-il attribuer cet échec à l'imperméabilité du sous-sol, à la nature compacte du sol, ou à la présence du calcaire ? M. Marguerite-Delacharlonny a énuméré l'an dernier, au Congrès de Limoges (1), les différentes sortes de chlorose qu'il croit devoir distinguer, et il en compte treize. On pourrait dire plus exactement, je crois, que la chlorose n'est pas une maladie, mais un symptôme, et que les causes qui peuvent occasionner des maladies accompagnées de chlorose sont, en effet, fort nombreuses. En particulier, tous les végétaux calcifuges, tels par exemple que les plantes dites « à terre de bruyère » par les horticulteurs, cultivés en sol trop calcaire, se chlorosent et meurent rapidement. Le mécanisme de cette mort est encore assez peu connu (2), et, chose singulière, cette chlorose ne semble rentrer dans aucun des treize cas de M. Marguerite-Delacharlonny. C'est pourtant à ce fait général qu'il faut rattacher, très probablement, la mort, ou tout au moins le grand affaiblissement des vignes américaines en terrain calcaire ; et l'opinion se répand de plus en plus, parmi les viticulteurs qui ont si souvent expérimenté à leurs dépens, que plus un sol est calcaire, plus est restreint le nombre des cépages qui peuvent y être cultivés. La nature compacte du sol, l'imperméabilité du sous-sol sont, il est vrai à certains égards (3), des conditions désavantageuses ; mais ces conditions ne sauraient entrer en ligne de compte avec l'action nuisible du calcaire, action qui semble devoir être qualifiée de véritable empoisonnement.

6° Enfin je terminerai par quelques mots sur les Riparia. Il est singulier de voir avec quelle persistance, quel aveuglement même, pourrait-on dire, la grande majorité des viticulteurs parlent *du* Riparia, *du* Rupestris, pour discuter leurs prétendus avantages ou inconvénients, comme ils

(1) *Essai de classification des diverses chloroses et leurs remèdes,* Congrès de Limoges, 1890, 2e partie, p. 871,

(2) MM. Fliche et Grandeau (*De l'influence de la composition chimique du sol sur la végétation du pin maritime,* in : *Ann. stat. agron. de l'Est,* 1878) ont montré que l'excès de chaux dans le sol s'oppose à l'assimilation du fer, et surtout de la potasse, et par suite à la production de l'amidon.

(3) A d'autres égards elles sont avantageuses. C'est ainsi, en particulier, que dans ces terrains argilo-calcaires, à sous-sol imperméable, et en plaine, il n'y a presque aucune déperdition d'azote du fait de l'entraînement des azotates par les eaux de drainage; cette cause de déperdition est au contraire considérable dans certains sols et sous d'autres climats, puisque M. Dehérain, aux environs de Paris, a trouvé qu'elle pouvait atteindre 72 kilogrammes d'azote par hectare, pendant un seul mois (octobre 1889).

parlent du Jacquez, du Vialla, et des autres cépages réellement homogènes, c'est-à-dire issus par bouturage d'un unique individu. Que d'échecs n'ont pas d'autre cause que cette confusion déplorable ! — Je possède un petit clos de Riparia, plantés en 1881, greffés en 1883, mais dont je ne regreffai pas depuis lors les sujets manqués. Ces sujets non greffés sont en grand nombre, environ 20 0/0. En un point où le sol dose 11 0/0 de calcaire (11,2, échantillon moyen à 25 centimètres de profondeur; terre séchée à l'air) se trouvent côte à côte, à deux mètres de distance, d'une part l'emplacement vide depuis deux ans d'un Riparia qui avait toujours été misérablement chlorosé et qui a fini par mourir en 1889, et d'autre part, un magnifique pied, le seul que je multiplie depuis trois ans, et qui me donne chaque année de 200 à 250 boutures de 50 centimètres, soit plus de 100 mètres de sarments utilisables ! Et tout autour on peut voir de nombreux intermédiaires entre ces deux extrêmes, si instructifs à comparer. Il n'y a dans tout cela rien de nouveau ; on a depuis longtemps déjà signalé l'inégalité si grande des Riparia au point de vue de la résistance à toutes les conditions défavorables de la culture; mais cette notion est encore si peu répandue que j'ai pensé qu'il pourrait être utile de la rappeler, et de la confirmer par un exemple remarquable.

M. Paul BONNARD

à Paris.

INTRODUCTION DES PLANTS AMÉRICAINS EN TUNISIE

— Séance du 23 septembre 1891 —

Le phylloxera, jusqu'ici, n'est pas constaté en Tunisie, mais il menace. De Sicile, de Pantellaria, il peut venir aisément à la Galippe et au Cap Bon. De l'Algérie, de Guelma, de Bône, par le chemin de fer, dans la vallée de la Medjerda, et jusqu'à Hammam-Life, il peut envahir ces vignobles de cent, trois cents, cinq cents hectares à Souk-El-Kmis, Oued-Zergua, Schuigugi, au Mornag, à Bordj-Cédria. Il est d'autant plus imminent qu'on renonce à arracher les vignes malades dans le département de Constantine.

Il sera terrible. On ne pourra recourir, le plus souvent, ni à la submersion, faute d'eau, ni au sulfure de carbone, la plupart des vignobles étant en terre forte. Dans toutes les régions sèches, et dans les années

sèches, on devra se servir du sulfure de carbone dans les sables, indemnes en France grâce aux pluies, le sable ne préservant que s'il pleut.

En ces risques, si le viticulteur veut être sûr d'utiliser ses admirables caves, s'il veut voir s'établir près de lui de nouveaux colons, il doit recourir aux vignes américaines.

Où les prendre? Nous avons bien quelques plants introduits avant les prohibitions de 1886 ; mais combien de ces porte-greffes, les plus éprouvés, les mieux connus: le Jacquez, les Riparias ?— Nous avons fait quelques semis ; mais est-ce bien des cépages dont l'époque de floraison rend difficile la fécondation par des espèces non résistantes, de ces cépages à la fois résistants, et se reproduisant fidèlement par graine : le Riparia sauvage, le Solonis, le Rupestris, le Berlandieri, le Cinerea, le Cordifolia? L'inventaire n'est pas fait, et notre richesse est douteuse. Procéderons-nous à nouveau par semis, en demandant les graines à M. Vilmorin, et en les faisant vérifier ? Que de lenteurs, d'incertitudes!

Reste l'introduction de boutures, des pays malades. Frauduleuse, elle est redoutable. Libre, faite par les particuliers, elle est encore dangereuse, difficile à contrôler. Officielle, surveillée, faite en une ou deux fois par des hommes ayant la confiance de l'administration, la confiance du pays, elle peut être sans danger, si les boutures sont sans racines, du bois de l'année, et désinfectées. Le phylloxera ne peut vivre sur les boutures sans racines; et l'œuf d'hiver n'est déposé que sous les écorces du bois de deux ou trois ans, outre qu'il périt dans un bain d'eau de dix minutes entre 45 et 50 degrés.

On projette une introduction de ce genre, bien tardivement, en Algérie. Il est opportun d'y songer pour la Tunisie.

M. E. VERDET

Président de la Chambre de Commerce, à Avignon.

INTRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT DE LA CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE DANS LE MIDI DE LA FRANCE

— Séance du 22 septembre 1891 —

L'introduction de la culture industrielle de la betterave à sucre dans le Midi, c'est-à-dire dans le département de Vaucluse d'abord, et ensuite, de proche en proche, dans quelques départements limitrophes, date de quelques années à peine.

Ce fait agronomique, définitivement acquis, est d'une importance sérieuse, autant au point de vue des intérêts de la région méridionale, qu'à celui de la culture elle-même de cette racine.

On paraissait croire, en effet, depuis les résultats négatifs des essais tentés jadis par M. de Forbin-Janson et par d'autres, que notre sol et notre climat se prêtaient mal à la culture de la betterave sucrière et que certains sels entrant dans sa composition chimique l'empêchaient de donner un rendement suffisant en sucre extractible.

Certains terrains paluds, dits salants, ont été les seuls à donner raison à cette opinion qui, généralement adoptée, n'a pas été sans influence sur les cultivateurs qu'elle rendait défiants à l'égard de la nouvelle culture.

Maintenant, la preuve est faite, il n'y a plus à douter : nos betteraves, notre sucre valent les betteraves et les sucres du Nord. Les rendements obtenus, qui ne peuvent que s'améliorer, sont déjà largement rémunérateurs.

Notre agriculture, d'autre part, renonçait presque, il y a moins de dix ans, à lutter contre les coups du sort, accablée par la perte de la garance, de la vigne, et par la ruine de l'industrie du ver à soie.

Les préoccupations, certes, étaient grandes, en présence de cette situation d'année en année plus désastreuse, qui se répercutait douloureusement sur l'industrie comme sur le commerce de la région. Les usines, les filatures, les moulinages s'étaient pour la plupart fermés ; les bras, comme la terre, restaient inactifs et l'émigration faisait parmi nos ouvriers et nos cultivateurs des vides de jour en jour plus nombreux.

On cherchait des remèdes à ce triste état de choses, mais on tournait dans un cercle vicieux, agriculteurs et usiniers attendant, les uns des autres, une initiative qui ne se produisait pas. Les sacrifices à faire, les risques à courir, les expériences à tenter, coûteuses et quelquefois décevantes, paralysaient les bonnes volontés.

C'est dans ces circonstances que je fus amené à me demander si la culture industrielle de la betterave à sucre ne pourrait pas être pour notre pays, si foncièrement agricole, un élément important de relèvement.

Je possédais, depuis longtemps déjà, les terrains de Villelaure (Vaucluse) sur lesquels M. de Fortin-Janson avait tenté autrefois ses expériences, et il ne me paraissait pas impossible de surmonter les difficultés devant lesquelles il avait échoué.

En collaboration avec un de mes amis de Marseille, je tentai, dès 1885, un premier essai de culture de la betterave.

Il fut fait simultanément sur dix champs d'expériences répartis sur divers points du département de Vaucluse, dans les communes de Villelaure, Sorgues, Védènes, Entraigues, Althen-les-Paluds et l'Isle-sur-

Sorgues. Les résultats en furent consignés dans une communication que je fis à la Société d'Agriculture de Vaucluse le 6 janvier 1886. Ils indiquaient, en somme, que notre sol et notre climat se prêtaient parfaitement à la culture de la betterave sucrière.

L'expérience avait porté sur les variétés les plus recommandées, tant dans le nord de la France qu'en Allemagne et en Belgique.

TABLEAU DES PREMIÈRES EXPÉRIENCES FAITES EN 1885.

LOCALITÉS	NATURE DU SOL	SUPERFICIE ensemencée	ENGRAIS EMPLOYÉS	RENDEMENT EN POIDS A L'HECTARE	SUCRE % dans les BETTERAVES
		ares		kilos	
Villelaure.	Alluvions de Durance.	12 »	Fumier et tourteaux.	51.000	14 %
—	Terrain calcaire de Coteau.	3 »	Tourteaux.	25.800	15 %
Sorgues.	Argilo-calcaire humide	7 75	Fumier de ferme.	12.466	13 %
Védènes.	— sable —	1 20	Id.	17.000	12.50 %
Entraigues.	— — sec.	2 »	Sans fumure.	25.000	12 %
—	Alluvions sablonneuses et calcaire.	3 »	Fumier de ferme.	35.000	13.50 %
Althen-les-Paluds	Calcaire salin.	2 45	Id.	50.000	13.50 %
L'Isle-sur-Sorgue.	Paluds, alluvions, sous-sol humide.	0 40	Sans fumure.	35.000	10 %

Les produits de cette première campagne furent traités dans une petite sucrerie créée dans ce but à la Rose, près de Marseille, dont la direction fut confiée à un chimiste distingué, élève de M. Dubrunfaut.

L'organisation en était, à la vérité, rudimentaire ; aussi les expériences laissèrent-elles à désirer, sans toutefois infirmer en rien les constatations faites sur les champs d'essai, aussi bien en ce qui concernait les rendements culturaux que la richesse saccharine.

Elles furent, l'année suivante, reprises dans de meilleures conditions, à l'usine de Beauport, et donnèrent des résultats plus satisfaisants. Le moment me parut donc venu d'opérer sur des surfaces plus considérables, d'engager les agriculteurs dans l'entreprise et de leur faire adopter la nouvelle culture industrielle.

Nos cultivateurs possèdent d'éminentes qualités : ils sont laborieux, sobres, économes, mais ils ont un invincible penchant à obéir à la routine. Les innovations leur répugnent, ou, s'ils les accueillent, c'est avec une grande défiance.

S'ils avaient pu voir les magnifiques champs de betteraves du Nord et constater la prospérité des agriculteurs de cette partie de la France, peut-être eussent-ils été, du coup, séduits. Mais tel n'était pas le cas, et pour les amener à affecter une parcelle de leurs terres à une culture nouvelle, il fallut leur faire l'avance des graines de semence et s'engager préala-

blement à acheter leur récolte à un prix déterminé, qui fut fixé à 20 francs les 1.000 kilos.

C'est ainsi qu'un certain nombre d'adhésions furent recueillies dans le Vaucluse, le Gard et les Bouches-du-Rhône.

La récolte attendue étant très insuffisante pour alimenter une sucrerie, j'avais établi à Beauport, près de Védènes, une distillerie agricole qui fut prête à recevoir, en octobre 1886, les 600.000 kilos de betteraves que nous livrèrent nos souscripteurs.

Le rendement moyen, pour cette campagne, fut, dans les bonnes terres bien cultivées, de 37.000 kilos à l'hectare; la richesse en sucre variant entre 13 et 16 0/0.

Des inspections fréquentes, confiées à des hommes compétents, permettaient d'instruire les cultivateurs des meilleurs procédés de culture, de les conseiller pour l'emploi judicieux des engrais, pour tout ce qui pouvait, en un mot, concourir à leur assurer une récolte fructueuse.

Mais déjà, à ce moment, j'avais eu le regret de voir mon collaborateur abandonner la partie et me laisser seul à la tête de l'entreprise.

Il va sans dire que les résultats de cette campagne étaient soigneusement contrôlés avec ceux obtenus dans le nord de la France et en Allemagne même, où j'avais réussi à faire admettre, dans l'importante sucrerie de Trotha, à Halle-sur-Saale, un jeune chimiste de l'École de Lyon.

Il était d'autant plus important d'être exactement renseigné sur ce qui se passait de l'autre côté du Rhin, que les Allemands avaient fait à nos sucreries du Nord, pendant près de quinze ans, une concurrence désastreuse.

La loi bienfaisante de 1884, s'inspirant du même principe que la législation allemande, donna un nouvel et énergique essor à notre industrie sucrière nationale.

Jusqu'en 1884 l'impôt, en France, était perçu sur le produit fabriqué, le sucre.

En édictant qu'il serait désormais basé sur le poids brut de la betterave, la loi poussa le cultivateur à rechercher de préférence les variétés qui, à poids égal, étaient les plus riches, le prix de vente de la racine augmentant, d'ailleurs, en raison directe de sa richesse saccharine.

La loi a subi, depuis, des modifications successives; toutefois son principe subsiste et, telle qu'elle est, elle permet encore à l'industrie nationale de lutter contre la concurrence étrangère.

Mais, en 1886, il était nécessaire de savoir si nos rendements culturaux, si le degré de richesse et la qualité de nos jus, enfin si nos procédés industriels n'étaient pas une cause d'infériorité pour nous. Les rapports que je reçus d'Allemagne me rassurèrent sur ces divers points et je me préparai, dès lors, à provoquer un plus grand développement de la

culture de la betterave dans notre région, en vue de l'établissement d'une sucrerie.

Pour témoigner hautement, aux yeux de tous, de ma confiance dans cette culture, plus encore pour faciliter aux petits cultivateurs les moyens de s'associer au mouvement, je n'hésitai pas à leur faire l'avance, non seulement de la semence, mais encore des engrais chimiques, et — lorsqu'il était nécessaire — des instruments aratoires perfectionnés qui leur étaient indispensables.

C'est ainsi que je pus constater, pour notre cas particulier, les bienfaits qui résulteraient pour le pays de l'institution du Crédit agricole, depuis si longtemps souhaitée et dont les promesses du Gouvernement nous autorisent à espérer la prochaine réalisation.

En 1887, 1.800.000 kilos de betteraves furent récoltées et 4.000.000 de kilos en 1888, ayant en sucre une richesse moyenne de 13 à 15 0/0.

Si, en 1889, la récolte fléchit et tomba à 2.700.000 kilos, la cause en fut toute dans la sécheresse exceptionnelle de la saison d'été de cette année.

Ce serait ici le lieu de résumer, succinctement au moins, les conditions nécessaires d'une bonne culture. Je me bornerai à rappeler qu'elles ont été exposées dans diverses communications que j'ai eu l'honneur de faire à la Société d'Agriculture de Vaucluse, et surtout dans un travail remarquable de M. Zaccharewiz, le distingué professeur départemental d'agriculture de Vaucluse, que le Bulletin de la même Société a publié au mois de novembre de l'année 1890.

Dire quelques mots sur les principaux facteurs à considérer : choix de la graine, nature du sol, soins à donner, choix et emploi des engrais, semailles, soins de culture, récolte, etc., cela m'entraînerait dans des longueurs que je ne veux point imposer à votre bienveillante attention.

C'est au cours de l'année 1888 que MM. Jean et Peyrusson, de Lille (Nord), préparaient les plans de ma sucrerie de Beauport, dont l'exécution, commencée en janvier 1890, fut terminée en septembre. Le 25 du même mois, l'usine fut mise en activité.

Des analyses très précises confiées à un chimiste de la Faculté de Lille avaient levé mes derniers doutes et démontré que nos racines possédaient toutes les qualités requises, pour donner un produit qui ne fût en rien inférieur à ceux des sucreries du Nord.

Nos prévisions furent pleinement confirmées par l'expérience.

Les tâtonnements du début passés, nous obtînmes un sucre cristallisé capable de rivaliser avec ceux des meilleures fabriques.

Les essais de culture de la betterave faits chaque année dans des proportions plus grandes, n'avaient pas été sans éveiller l'attention du monde industriel ; aussi, lorsque le succès fut définitivement acquis, en même temps que la sucrerie de Beauport s'élevait près de Védènes, une autre

sucrerie était créée à l'Ardoise (Gard), sur la rive droite du Rhône, par la Société anonyme de Laudun.

Grâce aux deux sucreries, la betterave a pris, avec les campagnes de 1890 et 1891, une extension considérable.

Dans Vaucluse et les départements limitrophes, la surface ensemencée est, cette année, de 1.200 à 1.400 hectares.

L'avenir lui est encore largement ouvert. Nous pouvons entrevoir le moment où la betterave occupera 2.500 hectares, peut-être davantage.

Nous le pouvons d'autant mieux que, grâce à l'expérience acquise par nos cultivateurs et aux conseils des hommes autorisés, grâce aux primes que le Gouvernement alloue chaque année, à titre d'encouragement, aux cultivateurs de betteraves, on est en droit d'affirmer que la production s'améliorera et s'augmentera considérablement encore, si satisfaisante, si rémunératrice qu'elle soit déjà pour ceux qui se livrent à cette culture.

Le tableau suivant en donne la démonstration :

FRAIS DE CULTURE D'UN HECTARE DE TERRE CULTIVÉ EN BETTERAVES A SUCRE ET RENDEMENT MOYEN (GRANDE CULTURE).

Loyer	Fr.	140 »
Impositions		15 »
Déchaumage d'automne		12 »
Labour et défoncement		55 »
Hersage avant l'épandage de l'engrais		2 »
Engrais spécial complet (1.200 kilog. à 17)		204 »
Epandage de l'engrais		6 »
Petit labour pour enterrer l'engrais, hersage et roulage		30 »
Ensemencements		5 »
Graines de betteraves (15 kilog. à 1.50)		22 50
Premier binage (avec grande bineuse)		5 »
Premier démariage à la houe (par touffes)		15 »
Deuxième démariage à la main		20 »
Deuxième binage et passage de rouleau		8 »
Troisième — —		5 »
Quatrième — —		5 »
Arrachage, 6 éminées à deux chevaux et 2 hommes		15 »
Décolletage		10 »
Ramassage et chargement		12 »
Transport		70 »
Amortissement du matériel ou réparations		20 »
TOTAL DES FRAIS	Fr.	676 50

PRODUIT :

35.000 kilos betteraves à 7°5, à 23 francs les 1.000 kilos.
En plus. . . . . 2 pour le transport.

35.000 kilos à 25 francs les 1.000 kilos . . . . . 875 »

Recettes	Fr.	875 »
Dépenses		676 50
	Fr.	198 50

En somme, les frais de culture d'un hectare de terre s'élèvent en moyenne à 676 fr. 50 c.; dans cette somme, les déboursés du cultivateur entrent pour 401 fr. 50 c. et sa main-d'œuvre pour 275 francs.

Le rendement moyen étant actuellement de 875 francs, le bénéfice net, absolument net, est de 198 fr. 50 c.

Mais dans les bons terrains, affectés de préférence à la culture de la betterave, ce bénéfice s'est élevé jusqu'à 500 et même 600 francs.

D'autres avantages doivent entrer en ligne de compte : la vente des récoltes est assurée, le petit cultivateur est aidé par l'avance qui lui est faite de la graine, des engrais, au besoin d'instruments aratoires. Il faut aussi signaler ce fait indéniable qu'une récolte de betteraves, par les soins culturaux qu'elle exige, prépare admirablement le sol à la culture des céréales, le débarrasse des plantes parasites et assure des rendements élevés.

Mais tout n'est pas là. Dans l'emploi de quelques résidus des sucreries, les cultivateurs trouveront la source d'autres profits. C'est ainsi que les *écumes de défécation* (c'est-à-dire les résidus de chaux enrichis de toutes les matières organiques des jus de betteraves) leur fourniront pour les champs de betteraves eux-mêmes un engrais qui produit les meilleurs effets. C'est ainsi encore que la *pulpe de betteraves*, — un aliment de premier ordre pour le bétail, — leur permettra de se livrer, chez eux, à l'élevage dans les meilleures conditions. L'expérience que j'en fais dans mon exploitation agricole de Guerre, annexée à la sucrerie de Beauport, qui porte sur une centaine de bœufs, me permet d'affirmer que, pour une période de 90 jours (durée de l'engraissement des bœufs), la dépense n'excède pas 50 francs par tête d'animal. Pour la nourriture des vaches laitières, que j'ai au nombre d'une trentaine à mon exploitation, la pulpe ne présente aussi que des avantages ; enfin, pour l'élevage des jeunes pourceaux, elle offre une précieuse ressource.

Cette pulpe peut être livrée aux cultivateurs à bas prix, dans la proportion d'environ 40 0/0 du poids de leur récolte en betteraves ; un certain nombre d'entre eux ont déjà compris l'excellent parti qu'ils pouvaient en tirer.

On a exprimé la crainte de ne pouvoir conserver intacte, même pendant le laps de temps nécessaire à l'engraissement, la pulpe de betteraves. C'est là une erreur contre laquelle les faits protestent. Je l'ai combattue dans une communication faite par moi à la Société d'Agriculture de Vaucluse, et j'ai indiqué les soins nécessaires pour arriver à une parfaite et longue conservation.

J'espère que vous emporterez d'ici, avec quelque satisfaction, la conviction que notre agriculture, si éprouvée, trouvera dans la culture de la betterave une compensation à ses souffrances. Il en est d'autres qui lui

sont promises. Elles viendront à leur heure. Il ne sera pas trop de toutes pour guérir les plaies que quinze ans de malheurs immérités ont faites à ce pays.

Dans notre région essentiellement agricole, il est bien vrai de dire que quand l'agriculture va, tout va. Lorsque notre nouvelle culture industrielle aura acquis son entier développement, que nos vignes régénérées seront en pleine production, que nous verrons les canaux du Rhône fertiliser nos terres, nous serons bien près de revoir cette ère de prospérité qui vit encore dans nos souvenirs, mais dont nul d'entre nous n'osait espérer le retour.

MM. J. CASTHELAZ et BRUÈRE

à Paris.

TRAITEMENT DE LA VENDANGE PAR LE SUCRO-TARTRATE DE CHAUX

— Séance du 24 septembre 1891 —

Pour remplacer le sulfate de chaux et fournir à la vendange les sels de chaux inoffensifs qui doivent réagir sur les matières albuminoïdes et pectiques qu'elle contient, les sels de chaux suivants ont été successivement proposés :

Le *carbonate de chaux*, essayé jadis isolément, a été abandonné en raison des quantités d'acide qu'il sature et qu'il enlève à la vendange. MM. Portes et Ruyssens en ont indiqué l'emploi dans des vins très acides et signalé les inconvénients qui résultent de ce mode de traitement.

Les *phosphates de chaux* et spécialement le *phosphate bicalcique*, proposés par M. P. Hugounencq, de Lodève, et brevetés en mai 1887. Dans son rapport à l'Académie de Médecine, M. Armand Gautier, après avoir favorablement apprécié le procédé, constate que les vins ainsi traités contiennent 2 à 3 grammes de phosphate de potasse par litre. Dans ces conditions, les phosphates de chaux, à quelque état qu'on les emploie, apportent dans le vin un élément nouveau et étranger, en proportions relativement importantes.

Le *sucrate de chaux*, proposé par MM. Knab, fut l'objet d'un brevet du 10 juillet 1880, tombé dans le domaine public; MM. J. Casthelaz et Bruère, à la suite de nouvelles expériences en 1889, ont livré à la viticulture du sucrate de chaux qui a donné les meilleurs résultats. Le

sucrate de chaux, en présence de l'acide carbonique de la fermentation, se décompose en ses éléments. Le sucre se transforme en alcool, le carbonate de chaux, en présence des acides, du bitartrate de potasse, s'élimine à l'état de tartrate neutre de chaux, si bien qu'en fin d'opération tous les éléments du sucrate de chaux ont disparu.

Le *tartrate de chaux*, proposé en 1887 par M. Albert Calmettes, de Narbonne, et dont il a généreusement doté la France.

Le tartrage des vins a été l'objet d'un rapport favorable de M. Armand Gautier : « Après que la fermentation a pris fin », dit-il, « le tartrate de chaux insoluble artificiellement formé dans la liqueur se précipite au fond des tonneaux. Les moûts additionnés de tartrate de chaux à l'état naissant ont, après fermentation, donné des vins brillants, bien colorés, de saveur agréable, de bonne tenue; enfin, au point de vue de la conservation, l'expérience paraît se prononcer en faveur des vins tartrés. »

Dans cette opération, le tartrate de chaux disparaît ainsi en totalité.

En associant le traitement de la vendange par le sucrate de chaux à un mode de tartrage légèrement modifié, MM. J. Casthelaz et Bruère ont réduit les quantités des sels calcaires mis en réaction et obtenu des résultats non moins satisfaisants.

Partant de ce principe qu'il est important de n'introduire dans la vendange que des produits d'une grande pureté, MM. J. Casthelaz et Bruère emploient du sucrate de chaux et remplacent le blanc d'Espagne concassé qui contient souvent de l'alumine et de la magnésie par le carbonate de chaux précipité, en poudre blanche impalpable, d'une grande pureté et plus facilement attaquable. En raison même de cette action plus vive, de cette transformation plus prompte, une quantité moindre de sels calcaires est nécessaire pour le traitement de la vendange.

En adoptant les dosages recommandés par M. Albert Calmettes, après réaction de l'acide tartrique sur le blanc d'Espagne concassé, la totalité ou la presque totalité de l'acide tartrique est saturée par la chaux. Il y a là, pour le viticulteur, une incertitude qu'il vaut mieux éviter en employant des quantités théoriques telles que la chaux soit entièrement saturée ; alors le viticulteur sait qu'il ne reste dans son vin aucun principe acide ou basique d'addition par suite de la précipitation totale du tartrate neutre de chaux.

Dans ces conditions, sans prendre en considération l'acide employé pour saturer la chaux, acide exactement annihilé, le viticulteur, suivant l'état de sa vendange, devra ajouter l'acide tartrique qu'il jugera nécessaire.

A son gré, le viticulteur pourra employer avec le sucrate et le carbonate de chaux, ou l'acide tartrique comme l'indique M. Calmettes, ou, plus économiquement, le bitartrate de potasse qui, l'un et l'autre, donnent comme résultat final du tartrate neutre de chaux insoluble.

Il est bon de rappeler ici que :
100 grammes carbonate de chaux saturent 150 grammes acide tartrique, et 150 grammes acide tartrique équivalent à 188 grammes bitartrate de potasse.

Le mélange de sucrate de potasse, de carbonate de chaux et de bitartrate de potasse une fois répandu sur la vendange, le sucrate de chaux soluble commence à réagir sur le bitartrate. Le carbonate de chaux continue l'action sous son état primitif ou transformé en bicarbonate et donne naissance au tartrate de chaux.

Le tartrate de potasse, produit intermédiaire, en présence du tartrate de chaux, est en partie précipité à l'état de tartrate double de potasse et de chaux ou transformé en bitartrate par les acides de la râfle, des grappes, du marc, et ainsi de suite jusqu'à précipitation complète des bitartrates et des tartrates.

La vendange se trouve ainsi, pendant un temps prolongé, en présence de carbonate, de bicarbonate, de tartrate et de bitartrate de chaux naissants, peu solubles par eux-mêmes, mais rendus plus solubles par l'acide carbonique de la fermentation. C'est en raison de cette solubilité passagère que ces sels de chaux réagissent sur les matières albuminoïdes et protéiques du moût, les séparent à l'état de composés organiques insolubles et les entraînent dans leur propre précipitation.

En résumé, l'avantage du procédé consiste dans l'élimination simultanée après réaction de tous les éléments nuisibles ou étrangers à l'état de composés ou de sels insolubles. Et comme conséquence les vins ainsi obtenus sont d'un beau brillant, se conservent facilement, débarrassés qu'ils sont de leurs principes fermentescibles.

M. BRINGUIER

Secrétaire général du Comice agricole de Béziers.

SUR L'ÉQUILIBRE DES PRINCIPES CONSTITUTIFS DU VIN

— Séance du 24 septembre 1891 —

Il y a quelques années, des circonstances particulières m'ont permis de conclure définitivement une étude commencée depuis longtemps et de renouveler cette affirmation : *que l'on peut toujours faire du vin d'une conservation parfaite.*

En effet, des essais pratiques m'ont démontré que la science avait raison lorsqu'elle m'indiquait un équilibre constant dans les éléments divers qui constituent le vin; l'acidité est le seul élément indispensable dans le moût, car c'est l'élément qui règle et établit l'équilibre.

Des centaines d'expériences faites sur des milliers d'hectolitres de moût attestent le fait.

Des moûts terreux, des moûts qui ressemblaient plutôt à une bouillie qu'à un liquide, ont été mis en fermentation d'un côté avec l'acidité augmentée artificiellement à l'état normal, d'un autre côté sans aucune addition.

Le premier vin obtenu était rouge vif, pétillant, bon de goût, parfait en tous points; le second, était absolument mauvais, terreux, jaune gris, louche, goût de pourri.

Il m'est donc permis d'affirmer que l'acidité des moûts est l'élément le plus important, le seul dois-je dire, qui assure la tenue des vins et leur donne la faculté de gagner en couleur, en alcool, en éléments divers utiles et indispensables, car c'est bien l'acidité qui permet une fermentation régulière et complète.

Je ne chercherai pas à expliquer, dans ce court exposé, le pourquoi de cette action; il me suffira de vous dire que les faits sont tels que je viens de le dire et que des milliers de cas semblables sont passés sous mes yeux, dirigés par moi, ou cherchés sur mes indications.

Pour obtenir des vins parfaits dans la mesure du possible, il est donc indispensable que les moûts que l'on met en fermentation aient une somme d'acidité normale. Cette acidité varie suivant les cépages et non suivant les régions, d'après la température de l'année et non le climat spécial du pays.

Mes expériences, qui datent de longtemps, m'ont permis, d'établir une moyenne pour les cépages divers : ainsi les moûts de cépages français autres que les hybrides Bouschet à jus rouge, ne donnent généralement pas des vins d'une conservation assurée, à moins de manipulations secondaires toujours dangereuses, si la somme d'acidité n'atteint pas 6 grammes par litre; tandis que les hybrides Bouschet exigent 7 grammes au minimum et les moûts de jacquez au moins 9 grammes.

J'ajoute au sujet de ce cépage, que tous les essais de vinification que j'ai faits dans ces conditions m'ont permis d'obtenir des vins parfaits en tous points; ce détail est donné tout simplement, pour prouver que l'on peut faire du vin de bonne tenue, même avec les moûts de jacquez.

L'équilibre entre les principes constitutifs du vin assure la bonne tenue du liquide et lui permet de gagner en bouquet, en arome, en finesse, le maximum qu'il peut atteindre suivant les cépages et les régions, et cet équilibre existe toujours, si le moût que l'on met en fermentation porte naturellement sa somme normale d'acidité qui lui est propre.

J'ai donc proposé de faire la cueillette du raisin au moment précis où son jus porte cette somme d'acidité et cela dans le but d'éviter toute addition à la vendange.

Cependant, dans les années d'inondations, de pluies prolongées, de mauvaise maturation, chacun pourra suppléer à ce manque d'acidité par les procédés que la science recommande. J'ai proposé l'acide tartrique, par la raison que nous n'ajoutons au moût, dans ce cas, qu'un principe qui vient de lui, mais avec la conviction certaine, que l'année prochaine nous pourrons faire du vin, et du vin de bonne tenue, sans avoir recours à d'autres produits que le pur jus de raisin frais.

Les expériences déjà faites sur des moûts rendus très mauvais artificiellement et celles que je pourrais faire avant la fin des vendanges, me permettent, par les résultats obtenus, de croire au succès complet.

En résumé : l'acidité des moûts est l'élément important dans la vinification ; sans l'acidité le vin n'acquiert pas, dans l'acte de la fermentation, tous les éléments qui lui sont utiles pour donner un liquide de bonne tenue.

L'acidité normale ne donnera pas l'alcool, si le moût ne contient déjà le sucre qui doit se transformer; mais cette acidité normale aidera cette transformation et ne laissera à la pulpe que le minimum de sucre qui doit y rester.

Le liquide fermenté prendra cette somme de tanin qui lui est utile et solubilisera les matières colorantes, qui sans l'acidité normale resteraient en suspension et troubleraient l'harmonie qui doit exister entre les principes constitutifs.

Mais l'acidité normale d'un moût ne saurait garantir le vin qui sera produit contre les maladies causées par la négligence des viticulteurs. Si les moûts doivent être mis en fermentation avec une certaine somme d'acidité propre à quelque variétés de vignes, les soins et la propreté des cuves à fermentation d'abord, les soutirages des vins ensuite, sont des facteurs importants qu'il ne faut pas négliger.

Une question a été posée : on m'a demandé comment les viticulteurs pourraient connaître l'acidité de leurs moûts et faire ainsi la vendange au bon moment, ou bien l'additionner d'acide tartrique dans les cas malheureux.

J'avais pensé que chacun d'eux pourrait s'adresser à un laboratoire ; mais sur la prière d'un excellent ami, M. G. Giret, président du Comice agricole de Béziers, qui m'a été d'un grand appui dans mes expériences, j'ai cherché un moyen pratique pour obtenir rapidement l'acidité des moûts.

Ce moyen a été trouvé et je vais le décrire pour montrer qu'il est bien simple et peut être exécuté par tout le monde.

Un tube, une fiole, une boîte contenant des petits morceaux de papier, voilà tout le matériel nécessaire.

On remplit le tube de moût, c'est la mesure; on verse dans la fiole.

Un à un on jette dans cette fiole, en agitant chaque fois, les morceaux de papier, et instantanément, lorsque l'acidité du moût est saturée, tous les morceaux de papier deviennent bleus, de rouges qu'ils étaient dans le moût acide. C'est la fin de l'opération.

Les petits morceaux de papier étant comptés, un tableau indique l'acidité du moût, s'il est normal ou trop acide, et, s'il y a lieu, la quantité exacte d'acide tartrique à ajouter pour obtenir un vin de bonne conservation.

J'ai la conviction certaine que tous les viticulteurs qui voudront, par ce procédé ou par tout autre, se rendre compte de l'acidité de leurs moûts, obtiendront des résultats dont on ne se figure pas l'importance généralement, mais dont les preuves sont faites depuis longtemps.

M. J. LÉOTARD

Secrétaire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

LA RAPIDITÉ ACTUELLE DES COMMUNICATIONS AUTOUR DU MONDE ET LA GRANDE VOIE INTERNATIONALE DE TRANSPORT

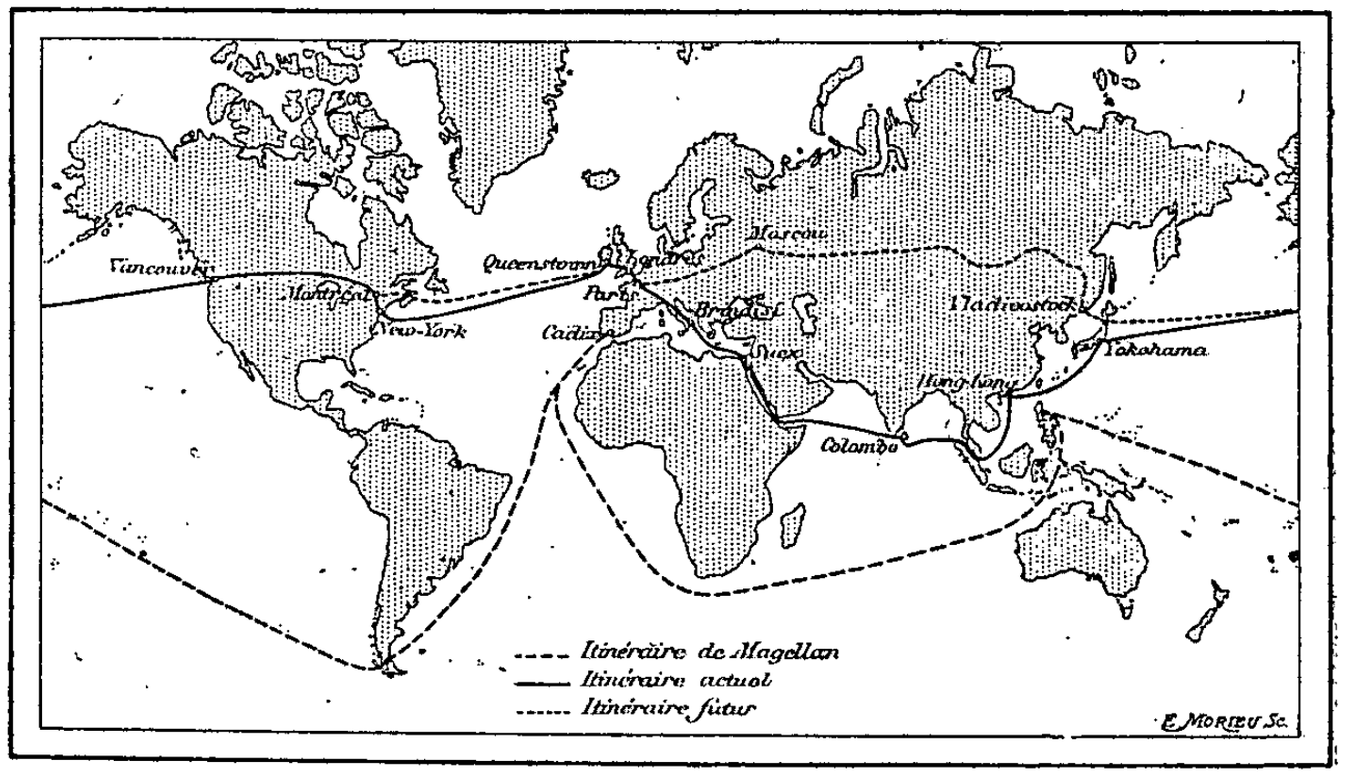
— Séance du 18 septembre 1891 —

Les immenses progrès réalisés de nos jours à tous les points de vue ont rendu faciles les voyages autour du monde, grâce à la commodité des moyens de transport par terre et par mer, et cela avec une rapidité qui, comme d'ailleurs toutes les conquêtes modernes de la science, plongerait dans un profond étonnement et une admiration sans bornes les grands explorateurs des siècles passés, qui devaient prévoir cependant la marche en avant de la civilisation.

En effet, le premier voyage de circumnavigation, qui démontra expérimentalement la sphéricité de la Terre, fut accompli par l'expédition du célèbre navigateur Fernand de Magellan, du 20 septembre 1519 au 6 septembre 1522; la durée de ce mémorable voyage s'éleva donc à trois ans moins quatorze jours. Aujourd'hui, c'est en deux mois seulement que le tour du monde peut être exécuté!...

Parti, le 18 mars 1890, de Vancouver, dans la Colombie britannique, un Américain de Tacoma, M. G.-F. Train, est revenu à son point de départ le 24 mai, soit soixante-sept jours et demi après, ayant accompli le tour de la Terre de l'est à l'ouest, par Yokohama, Singapore, Suez, Brindisi et New-York. La courte durée d'un tel voyage d'expériences, véritable course autour du monde, est très intéressante au point de vue de la démonstration pratique de la célérité actuelle des grandes communications.

Malgré la rapidité fort remarquable avec laquelle ce voyage a été accompli, il n'est pas douteux qu'on pourrait diminuer encore, d'une façon



notable, la durée d'un semblable trajet, M. Train ayant perdu plusieurs jours en cours de route. En combinant avec habileté la date du départ et celle du passage dans les différentes escales, et en changeant le plus possible de navires et de trains pour ne séjourner dans aucune ville, il paraît certain que deux mois peuvent suffire.

Par la voie très directe qu'a suivie M. Train, route qui serait également la meilleure en prenant Paris ou Londres comme point de départ, un touriste favorisé par le beau temps et les diverses circonstances du voyage, ayant pour le transporter les vapeurs et les trains les plus rapides, pourrait fort bien réaliser ainsi son itinéraire : Vancouver à Yokohama, dix jours; Yokohama à Hong-Kong, six jours; Hong-Kong à Brindisi, trente jours; Brindisi à Queenstown, trois jours; Queenstown à New-York, six jours; New-York à Vancouver, cinq jours; total : soixante jours.

L'administration anglaise vient de se livrer sur cette ligne à une expérience très importante : du 19 août au 8 septembre 1891, soit en vingt et un jours seulement, le service des postes britannique a pu faire transporter de Yokohama à Londres les malles anglaises, après s'être spécia-

lement entendu dans ce but, il est vrai, avec les diverses Compagnies intéressées. On a inauguré ainsi officiellement une nouvelle ligne anglaise entre Londres et les grands ports de l'Extrême-Orient situés à l'est de Hong-Kong, ligne plus courte de moitié que celle de Suez. Les Anglais veulent déjà raccourcir encore cette voie, en plaçant le point terminus du « Canadian Pacific Railway » sur l'Atlantique, dans la Nouvelle-Écosse ou au Labrador, ce qui leur évitera d'emprunter une partie du territoire de l'Union.

La grande voie internationale autour du globe passant par les divers ports de l'itinéraire ci-dessus est actuellement la plus rapide et la plus fréquentée. Laissant de côté l'immense progrès qui a résulté de l'ouverture du canal de Suez, remarquons que, depuis le moyen âge jusqu'à nos jours, la grande route directe entre l'Extrême-Orient et le nord-ouest de l'Europe s'est successivement déplacée de la Perse vers l'occident jusqu'à Marseille; depuis 1870, elle se dirige de nouveau vers l'orient, et de Brindisi elle se portera bientôt à Salonique, pour revenir plus tard à Constantinople et en Perse.

Il semble que, dans quelques années seulement, pour accomplir le tour du monde, cinquante jours suffiront, par suite de l'accroissement de vitesse des steamers et des trains, notamment sur l'Atlantique, où la plus rapide traversée est actuellement celle du « Majestic », de la « White-Star-Line », qui, en juillet 1891, a franchi en cinq jours dix-huit heures la distance séparant Queenstown de New-York, à raison de plus de vingt nœuds à l'heure en moyenne. Dès 1893, pour l'Exposition de Chicago, des paquebots ayant une vitesse normale de vingt-deux nœuds et plus seront mis en service sur l'Atlantique nord.

Parmi les futurs accroissements de rapidité qui sont prévus, il est un grand projet bien connu et dont l'exécution est en bonne voie, qui doit abréger considérablement, avant la fin de notre siècle, la principale route autour du globe. Il s'agit du chemin de fer transsibérien, que les Russes entreprennent de construire à travers l'Asie pour unir les capitales européennes aux lointains rivages de la mer du Japon. Cette gigantesque voie ferrée, allant de Moscou à Vladivostock par Tomsk et Irkousk, reliera en vingt jours l'Europe occidentale à l'Asie orientale; la durée minimum d'un voyage autour du monde, avant une dizaine d'années, sera donc probablement réduite à quarante jours... Signalons à ce propos le déplacement progressif vers le nord, de la grande route internationale de transport autour du globe, aussi bien dans l'Amérique septentrionale et l'Atlantique qu'à travers l'ancien continent, de façon à réaliser le minimum de séjour en mer et un moins long parcours total.

Ce léger aperçu de l'état des grandes communications terrestres et maritimes peu avant l'aurore du XX^{e} siècle fait notamment bien augurer

des inconcevables merveilles que le progrès scientifique et industriel réserve à l'humanité. Aussi, ne nous semble-t-il pas téméraire de supposer qu'on pourra effectuer en un mois le tour de la Terre lorsque arrivera le quatrième centenaire du célèbre voyage de Magellan.

M. FOCK

Ingénieur à la Cie des Chemins de fer de l'Est-Algérien, à Constantine.

DE MARSEILLE AU TCHAD PAR LE TRANSSAHARIEN DIRECT ET COMMERCIAL

— *Séance du 23 septembre 1891* (1) —

Un des spectacles les plus curieux que nous offre cette fin de siècle, c'est la course à la pénétration dans le continent noir.

Les puissances occidentales commencent, en effet, à se rendre compte que, dans les luttes économiques du siècle à venir, l'Afrique sera la suprême ressource de la vieille Europe contre les crises que lui préparent les forces de production presque illimitées des deux Amériques et l'éveil tant redouté de l'activité chinoise.

Aussi, et depuis une quinzaine d'années, les puissances coloniales se sont-elles successivement attribué les parties inoccupées du littoral africain. Aujourd'hui, il ne reste plus que les côtes du Maroc où ne flotte pas le drapeau d'un État européen.

Ayant ainsi pris pied et s'étant assuré un ou plusieurs points de départ, chacun s'efforce maintenant d'avancer vers l'intérieur et de mettre la main sur de riches et fertiles territoires. Il ne s'agit plus actuellement d'explorer, mais d'exploiter ou de nouer des relations commerciales.

Au début, les fleuves africains ont paru des voies de pénétration toutes faites. Mais il a bien fallu reconnaître que la navigation y rencontre de grandes difficultés, que les chutes lui opposent souvent des barrières infranchissables et que, grâce au régime très variable des eaux, les communications subissent des interruptions périodiques pendant plus de la moitié de l'année.

On ne peut donc compter sur les grands cours d'eau que dans des limites assez restreintes. Ils ont surtout une réelle valeur dans les biefs

(1) 14e et 15e Sections réunies.

supérieurs pour lesquels les chutes en aval jouent le rôle de barrages. Tels le Congo et le moyen Niger.

D'un autre côté, le continent noir comporte d'immenses régions absolument dépourvues d'artères naturelles et qui offrent néanmoins un très grand intérêt au point de vue commercial.

En présence de cette situation, le rail devient le facteur principal de la marche en avant. Les Anglais et les Allemands sur la côte orientale, les Portugais et l'État indépendant du Congo sur la côte occidentale, dans les régions de l'Équateur, construisent des railways de pénétration vers les grands lacs et le haut Congo. Dans le Sud africain, l'Angleterre possède déjà une ligne qui s'avance jusqu'à Kimberley, sur plus de onze cents kilomètres de longueur, et qui doit être prolongée jusqu'au territoire de Mashona et au Zambèze.

Pendant que les nations rivales agissent ainsi, au centre comme au sud, que fait la France au nord et à l'ouest où son influence est prépondérante? Elle a créé le réseau algérien et amorcé la ligne du haut Sénégal; mais, depuis que cet effort a été accompli, elle semble ne pouvoir se résoudre à se porter hardiment en avant.

Cependant, et il faut le proclamer bien haut, l'avenir de l'empire français en Afrique dépend de la rapidité et de la décision avec lesquelles s'effectuera la pénétration convergente par l'Algérie, le Sénégal et le Congo. Il faut que, arrivées à leur extension totale, les sphères d'influence des trois colonies se touchent et constituent, par leur jonction, le « tout » qu'ont défini le général Philebert et M. G. Rolland. Les foyers d'action se trouvant au nord, à l'ouest et au sud, les lignes principales de pénétration, les axes des zones d'attraction, si l'on peut ainsi dire, doivent converger dans la direction d'un point central unique. Un simple coup d'œil sur la carte suffit pour se rendre compte que cette orientation commune ne saurait être que celle du Tchad.

A l'heure actuelle, la pénétration du sud au nord, ayant son point de départ au Gabon-Congo, se trouve encore dans la période initiale des explorations. Il serait donc prématuré de vouloir lancer un chemin de fer dans cette direction.

Il en est autrement au nord et à l'ouest. Nous avons des données suffisantes sur le Sahara et le Soudan pour déterminer, en connaissance de cause, les tracés des chemins de fer de pénétration. Celui du nord aura pour objectif le Soudan central, ce sera le Transsaharien; ceux de l'ouest, car ils sont deux au moins, viseront la boucle du Niger.

Les lignes occidentales, dont il n'y a pas lieu de s'occuper ici, sont celle de Kayes à Koulikoro et celle de la Mellacorée au haut Niger, récemment étudiée par M. le capitaine Brosselard-Faidherbe.

Le Transsaharien est certainement une entreprise de grande envergure;

néanmoins, il conserve le caractère d'un chemin de fer de pénétration. Il aura pour but d'ouvrir à l'industrie et au commerce français les pays du Soudan central, pratiquement inaccessibles par le sud.

Cette inaccessibilité, qui a rencontré tant d'incrédules en raison de l'existence d'une voie navigable par le bas Niger et la Bénoué, vient d'être mise hors de doute par les récentes communications de M. Mizon.

Cet explorateur écrivait déjà d'Akassa, en novembre 1890 : « Une seule chose semble troubler la confiance des agents de la Royal Niger C° dans l'avenir, c'est notre projet de Transsaharien, qui permettrait au commerce français de pénétrer dans les régions du Soudan central par le Nord. »

Or, l'explication des craintes qui s'étaient fait jour chez les agents anglais se trouve dans la dernière lettre reçue de M. Mizon, arrêté à Lokodja par le manque d'eau dans la Bénoué. Il dit, en effet : « A mon avis, le Niger n'est pas la véritable route du Soudan central, parce que cette voie d'eau n'est navigable que pendant trop peu de semaines chaque année ; le seul moyen d'être vraiment maître du commerce de cette partie de l'Afrique est de construire un chemin de fer de la Méditerranée au Tchad, c'est-à-dire un Transsaharien. »

Il y a deux transsahariens possibles, celui par Tripoli et celui par l'Algérie, et comme jamais on ne les établira tous les deux, tout se réduit à une question de priorité.

La question des tracés a soulevé d'ardentes controverses, mais cela provient de ce que, dès le début, elle a été mal posée.

On a toujours envisagé le Transsaharien à un point de vue trop exclusivement algérien, ne prenant en considération que l'origine du chemin de fer sur le littoral africain. Or, c'est là une profonde erreur. Le Transsaharien constitue une œuvre nationale ; son point de départ, en tant que voie de pénétration, est en France, à Marseille : c'est donc Marseille qui forme la véritable tête de ligne du Transsaharien.

Dès lors, il ne s'agit pas d'aller de la côte algérienne au Soudan central, mais de relier Marseille au lac Tchad par le plus court.

Ainsi posée, la question ne comporte qu'une seule solution, et le tracé rationnel est évidemment celui par l'Igharghar sur Amadrhor, Bir-Asiou et le pays d'Aïr, c'est-à-dire le tracé Rolland.

Quant aux tracés partant d'Oran et se dirigeant sur le Niger, ils comportent une première section, celle du Touat, qui a certainement son utilité au point de vue algérien. Mais ce sera là une ligne saharienne et non pas le Transsaharien. La seconde section, c'est-à-dire le prolongement jusqu'au Niger, créerait, au contraire, un antagonisme déplorable d'intérêts entre l'Algérie et le Sénégal, puisqu'elle drainerait vers le nord une partie des pays compris dans la boucle du Niger, qui rentrent dans la zone d'action du Sénégal, des Rivières du Sud et de la Côte-d'Or française.

Il reste maintenant à examiner le mode d'exécution du Transsaharien. Faut-il que l'État se charge de l'entreprise, ou est-il préférable d'avoir recours à l'initiative privée? Certes, s'il n'y avait qu'une ligne stratégique et militaire à construire, la question pourrait se poser, mais nous sommes en présence d'un railway avant tout commercial.

Dès lors, la conception de l'entreprise change complètement. Le chemin de fer ne sera plus un but, mais un moyen. Il deviendra le principal outillage d'un puissant syndicat de négociants, d'industriels, d'exportateurs, qui s'en serviront pour aller faire le commerce et pour organiser des exploitations agricoles au Soudan central.

Dans ces conditions, ce n'est pas le railway qui aura à faire des bénéfices. Son rôle consistera, au contraire, à transporter à un prix aussi bas que possible. Il devra faire ses frais, mais rien de plus. Ce sont les opérations commerciales et agricoles qui auront à assurer la rémunération de l'ensemble des capitaux engagés.

Les cultures industrielles réussiront admirablement dans la zone septentrionale du Soudan, dans le Kanem, le Damergou, le Gober, etc., pays qui doivent rentrer dans la zone d'influence française,

Parmi ces cultures, il faut surtout citer celles fournissant des produits que les marchés français tirent actuellement des colonies étrangères. Tels le coton, les arachides, les graines oléagineuses, etc.

Les opérations commerciales porteront à l'importation sur le sel et les objets manufacturés de toutes sortes; à l'exportation, elles comprendront les produits riches, tels que l'ivoire et la poudre d'or, puis la gomme, le caoutchouc, les peaux, les cuirs, etc.

Les populations desservies par le Transsaharien seront très nombreuses. Dans le Sahara, les points d'intersection de la ligne ferrée et des grandes routes de caravanes deviendront des centres d'approvisionnement pour les indigènes. Au Soudan, les pays au nord de la ligne Say-Barroua, puis le Bornou, le Ouadaï, le Baghirmi, comptent environ 12 millions d'habitants; les régions drainées par le Chari, le principal affluent sud du Tchad, ont une population d'au moins 10 millions d'habitants.

Les prévisions concernant le commerce de la France avec le Soudan central sont donc des plus encourageantes. Et il ne s'agit pas de créer des courants d'échange nouveaux, mais simplement de canaliser et d'augmenter ceux qui existent déjà depuis des siècles entre l'intérieur et la Méditerranée.

La conception du Transsaharien, outillage d'une grande Compagnie coloniale, paraît donc réalisable. Mais on ne pourra pas cependant se passer du concours de l'État. Seulement, ce concours, au lieu d'être accordé sous la forme d'une garantie d'intérêts, consistera en l'octroi d'une charte.

Cette charte ne s'appliquera qu'aux territoires faisant partie de la sphère d'influence française, mais non encore effectivement occupés. Elle sera doublement justifiée par les avantages incontestables que l'État retirera de la construction du Transsaharien.

Au point de vue politique, la ligne ferrée amènera la jonction effective de l'Algérie, du Sénégal et du Congo.

Au point de vue militaire, ce chemin de fer recoupera toutes les routes transversales du désert qui conduisent de la Tripolitaine et de la Cyrénaïque dans la partie du Sahara destinée à devenir française. Il enveloppera et isolera celle-ci, ce qui en facilitera la conquête intérieure.

De pareils résultats motivent pleinement l'octroi d'une charte, d'autant plus qu'à l'expiration du privilège, l'État verra accroître son domaine colonial direct des vastes territoires que la Compagnie aura effectivement occupés, et où elle aura graduellement préparé le terrain à une administration régulière.

M. Ch. RABOT

Chargé de Missions scientifiques, à Paris.

SUR UNE MISSION DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE EN ISLANDE ET A JAN MAYEN

— Séance du 24 septembre 1891 —

Le nouveau voyage que j'ai entrepris cet été dans les régions du Nord avait pour objet l'exploration de certains districts de l'Islande et, si les circonstances le permettaient, celle de l'île de Jan Mayen.

Toujours soucieux du progrès des sciences, le ministre de la Marine avait décidé l'envoi à Jan Mayen du croiseur le *Châteaurenault*. Ce bâtiment parcourt chaque année, pendant plusieurs mois, les côtes d'Islande pour prêter assistance à nos nombreux pêcheurs. Une fois cette mission de protection terminée, le navire devait se mettre en route pour Jan Mayen. Trois cents milles seulement séparent cette terre de la côte nord de l'Islande ; c'était donc un petit voyage et les résultats scientifiques pouvaient être très grands. Dans la partie nord de l'île s'élève, à 2.545 mètres à pic au-dessus de la mer, le Beerenberg, un ancien volcan chargé de glaciers. L'étude de ces coulées de glace qui présentent l'aspect des courants alpins, forme assez rare dans les régions polaires;

pouvait fournir matière à de très importantes observations pour la connaissance des phénomènes glaciaires, sans compter que l'exploration de la banquise donnerait également d'intéressants renseignements sur ce sujet si controversé. Ajoutons que nos musées d'histoire naturelle ne contiennent aucune collection provenant de ces parages peu visités. Avec une bienveillance dont je ne saurais lui être trop reconnaissant, le ministre de la Marine, à la demande de son collègue de l'Instruction publique, voulut bien autoriser mon embarquement à bord du *Châteaurenault*, et, le 15 juillet, je rejoignais ce navire en rade de Reykjavik.

Avant le départ pour Jan Mayen, j'eus le temps d'aller visiter les Geysers. Cette excursion a été décrite trop souvent pour que j'en fasse ici le récit; je me bornerai donc à indiquer le résultat de mes recherches.

A l'aide du baromètre anéroïde, j'ai déterminé l'altitude de huit points importants entre Reykjavik et les Geysers, notamment celle de ces jets d'eau chaude. Ces sources sont situées à 94 mètres au-dessus du niveau de la mer.

L'activité volcanique diminue d'intensité dans cette partie de l'Islande, à en juger d'après les récits des anciens voyageurs. A côté du grand Geyser s'en trouve un second, le Stokkr, dont on détermine l'éruption en jetant dans son orifice quelques mottes de terre. Il y a quelques années, la colonne d'eau montait un quart d'heure, une heure au plus, après qu'on eût administré l'émétique, suivant l'expression d'un touriste. Lors de notre visite, l'éruption ne s'est produite que plus de trois heures après que le paysan propriétaire des Geysers eut jeté les mottes de terre. Il y a donc ralentissement sensible des forces volcaniques.

Au sud des Geysers, sur la rive occidentale du Laugarvand, jaillissent plusieurs sources sulfureuses dont la température s'élève à + 98°. Tout autour, le sol est brûlant, il est à peine possible d'y tenir la main appliquée; néanmoins on y voit courir des arachnides en grand nombre. Ces araignées paraissent acclimatées à ce milieu spécial.

Le 21 juillet au soir, je rentrai à Reykjavik et le lendemain le *Châteaurenault* faisait route au nord, le long de la côte ouest d'Islande. Après avoir doublé le cap Nord, nous rencontrâmes quelques glaces flottantes le 23, à midi, par le travers du Skagestrandbugt (côte Nord) par 66° 28′ 30″ de latitude nord et 23° 44′ de longitude ouest de Paris. Ces glaçons isolés, de très petites dimensions, présentaient un aspect tabulaire qui décelait leur origine fjordienne. Le 23 au soir le *Châteaurenault* mouillait devant Akueyri, la seconde ville d'Islande, et le lendemain devant l'entrée de l'Olafsfjord.

Au fond de ce fjord, les cartes indiquent une lagune comme il en existe, du reste, sur un grand nombre de points à l'extrémité supérieure des baies de la côte d'Islande. D'anciennes relations de voyage rapportent que des morues vivraient dans ce bassin rempli d'eau douce. Si les faits

étaient exacts, il y avait là à observer un très intéressant exemple d'adaptation au milieu et une curieuse constatation de la présence d'une faune reléguée. Plusieurs naturalistes s'étaient préoccupés de cette question et, pour éclaircir ce point d'histoire naturelle, le ministre de la Marine avait prié le commandant du *Châteaurenault* de relâcher à l'Olafsfjord.

A l'extrémité supérieure de ce fjord se trouve le lac en question, très rapproché de la mer, il en est seulement séparé par un isthme large de 220 mètres environ et très bas; la différence de niveau entre les deux nappes est d'un mètre environ. Ce lac s'écoule dans le fjord par une rivière. En temps ordinaire, la mer ne remonte pas l'émissaire, mais par les gros temps elle reflue jusqu'à la nappe d'eau, de telle sorte que le bassin est constitué presque entièrement par de l'eau salée, sur laquelle flotte une nappe d'eau douce fournie par les tributaires du lac et c'est cette eau superficielle de densité moindre qui s'écoule par l'émissaire. Il en résulte que les poissons de mer peuvent vivre sans inconvénient dans ce milieu. Les hommes de l'équipage ont pris dans le lac une morue; d'après les renseignements que m'a donnés un indigène, ce poisson y serait très rare. Depuis bien des années, mon interlocuteur n'avait pas entendu dire qu'on en eût capturé dans le lac. En résumé, on peut dire de cette légende de l'Olafsfjord : beaucoup de bruit pour rien. La lagune communique avec la mer et la présence de poissons marins dans ces eaux ne présente rien d'extraordinaire. Du reste, de pareilles lagunes existent en grand nombre sur les côtes d'Islande.

L'isthme qui sépare le lac du fjord a été constitué non pas par une moraine, comme on pourrait le croire à l'examen de la carte, mais par les apports de torrents. Les vagues de la mer ont consolidé ces dépôts en y apportant des cailloux roulés et aujourd'hui le vent élargit la langue de terre en poussant les sables basaltiques très mobiles qui la composent du côté du lac.

Après cette excursion, le *Châteaurenault* se mit en route, le 27 juillet, pour Jan Mayen. Le même jour, à 10 h. 30 du soir, par 67° 17′ de latitude nord et 17°2′ de longitude ouest de Paris, il rencontrait un banc de glaçons très espacés. A minuit le dernier bloc disparaissait. Jusqu'au 70° 26′et 8° 35′, position atteinte à 1 h. 30 du soir, le 29 juillet aucune glace n'a été en vue; en ce point seulement la banquise a été visible sur tribord à une distance de deux ou trois milles. Le temps était clair, la brise soufflait légère du sud-ouest, c'est-à-dire que la glace chassait vers le nord; la température de l'eau s'élevait à + 7°,2 quoique nous ne fussions qu'à quelques milles de la banquise. Aucune glace n'était en vue par l'avant et celle que nous avions par tribord était morcelée, navigable comme disent les marins de l'Océan Glacial, comme j'ai pu m'en assurer du haut de la hune où je suis resté trois quarts d'heure.

A 2 h. 40 du soir, le *Châteaurenault* vira de bord et fit route au sud 75° est. Nous battîmes en retraite jusqu'à 5 h. 45 du soir. A ce moment, le ciel, jusque-là gris, se découvrit complètement et nous pûmes apercevoir dans toute sa splendeur le magnifique Beerenberg. Ordre fut alors donné de reprendre la marche vers Jan Mayen. N'avions-nous pas dans les soutes presque notre plein de charbon, 290 tonnes sur 300 que peut contenir le bâtiment. A 6 h. 30 du soir, on croit apercevoir des glaces à plusieurs milles par l'avant. A pareille distance, il est impossible de reconnaître l'état des glaces ; souvent de loin une ligne de quelques blocs sans consistance prend l'aspect d'une banquise. A ce moment, l'ordre de la retraite définitive est donné et, par un temps magnifique, nous voyons peu à peu la cime du Beerenberg descendre derrière l'horizon dans un rayonnement de lumière. A 11 heures du soir, la montagne disparaissait éclairée par un beau soleil.

Nous sommes arrivés très près de Jan Mayen. Le 29 juillet, à 2 heures et demie du soir, nous nous en trouvions à 28 milles, et à 7 heures et demie du soir, au moment de la retraite définitive, à 35 milles.

Un fait à noter est la présence d'eaux chaudes dans le voisinage de Jan Mayen. La plus haute température rencontrée à la surface de la mer entre la côte d'Islande et la banquise, qui a été de + 8°, 2, a été observée le 29 juillet, à midi, par 70° 18′ 40″ et 9° 7′ 30″ ouest de Paris, à une douzaine de milles de la banquise. Elle se maintint à + 7°, 2 jusqu'en vue de la glace ; à trois milles du *pack*, elle était encore de + 2°. Dès que nous nous éloignions de la banquise, elle s'élevait de nouveau. S'il y a un courant froid sur la côte est de Jan Mayen, il doit se trouver tout près de terre et ne mesurer qu'une faible largeur.

Je dois également signaler le mouvement de dérive subi par la banquise sous l'influence du vent durant notre court séjour dans ces parages. Lors de notre arrivée en vue des glaces, le vent qui soufflait faiblement du sud-ouest augmenta dans l'après-midi ; vers 6 heures du soir, sa force était d'environ 4. Poussée par la brise, la banquise dérivait rapidement et à vue d'œil. Dans l'intervalle de trois heures, de 2 h. 30 à 5 h. 30, le *pack* a été refoulé par le vent vers le nord sur une largeur de quatre milles.

Après cette excursion dans l'Océan Glacial, le *Châteaurenault* est revenu sur la côte est d'Islande, où il a visité successivement le Seidisfjord, l'Eskifjord et le Faskrudfjord. Pendant ces relâches, j'ai pu poursuivre à terre mes recherches d'histoire naturelle. De ce voyage je rapporte une nombreuse collection de géologie et des matériaux abondants pour l'étude de la faune lacustre d'Islande. J'ai exploré une quinzaine de nappes d'eau, notamment celles qui se sont formées sur les pentes des Geysers. Ces séries d'histoire naturelle sont complétées par une collection d'arachnides.

En terminant, je dois signaler plusieurs survivances de l'âge de la pierre. Ainsi les Islandais, pour préparer la morue séchée se servent de marteaux en pierre. Avec des os de brebis, ils font des entraves pour leurs poneys et des pesons pour leurs filets.

M. Daniel BELLET

à Paris.

LE RÉGIME DES PORTS EN ANGLETERRE

— Séance du 18 septembre 1894 —

Notre Association a voulu, cette année, inaugurer un nouveau procédé de discussion, très original dans son principe, et qui promet à cette session d'être plus fertile que ses devancières en résultats effectifs. On s'est aperçu que bien souvent la discussion s'égarait au milieu des sujets de toutes sortes que nombre d'entre nous s'étaient proposés et qu'ils exposaient devant nos assemblées, sans qu'on fût préparé à les entendre avec fruit, grâce à une étude préliminaire du sujet traité; on a pu constater que, par là-même, les délibérations ne pouvaient être mûries. On a compris enfin que nous dispersions tous nos forces, sans plan d'ensemble, et c'est pour cela qu'on a voulu arrêter à l'avance la question principale qui aurait à occuper les séances de chaque Section, et autour de laquelle ne feraient, en somme, que tourner la plupart des communications que chacune de ces Sections pourrait être appelée à entendre.

Dans le choix de ce sujet principal d'entretien, de cette *leading question*, comme pourraient dire les Anglais, la Section devant laquelle j'ai l'honneur de parler ne pouvait être plus heureuse. A notre époque, où les questions commerciales tendent à devenir des questions de plus en plus utiles, où la concurrence entre les diverses nations devient de plus en plus acharnée, tous nos efforts doivent tendre, pour faire la France plus grande, à la doter des instruments de commerce les plus puissants et les mieux compris. Et c'est à ce titre qu'il est du plus grand intérêt pour nous de savoir quelle est la meilleure méthode d'organisation, d'administration des ports de commerce, et surtout à qui l'on doit faire appel, de l'initiative privée ou de l'État, pour exécuter et payer les travaux qui sont constamment nécessaires à la création d'un véritable port de commerce.

On ne pouvait mieux choisir son époque pour traiter pareille question : tout d'abord, et pour ne considérer qu'une espèce, nos Chambres viennent d'être précisément saisies d'une question qui met forcément en présence les partisans des deux systèmes, ceux de l'initiative individuelle, du moins de l'initiative des intéressés, et ceux qui voient dans l'État seul la souveraine *providence* qui doit tout faire pour les individualités, résumant toutes les énergies, permettant à chacun de vivre dans une douce apathie en se fiant aux bons soins de cette providence. Il s'agissait de nouveaux travaux d'amélioration au port du Havre : les finances publiques, déjà tant de fois engagées dans de pareilles entreprises, devaient encore fournir les fonds nécessaires à ces nouveaux travaux. La Chambre des députés, se laissant entraîner sur une pente facile, où d'ailleurs on a, pour l'instant, une grande tendance à descendre, à l'étranger comme en France, avait voté les fonds et accepté, par conséquent, le principe de l'intervention de l'État; au contraire, le Sénat a refusé catégoriquement son consentement à la combinaison. C'est ainsi que, devant les deux Chambres, s'est posée, sous une forme moins nette, il est vrai, la question même que vous avez résolu d'aborder, et, je pense, de trancher ici.

Il ne peut me venir à l'idée, à moi qui suis une des unités les plus effacées de cette assemblée, de me poser en pourfendeur de montagnes et de prétendre trancher une question aussi grave, qui divise en ce moment le monde économique et qui révolutionne le monde en général... sans qu'il s'en doute. La plupart des gens, et nous dirons surtout en France, parce que c'est la France que nous voyons de plus près, la France qui nous intéresse le plus, font à peu près comme feu M. Jourdain: ce brave homme faisait de la prose sans s'en douter; eux font du *socialisme d'État* sans bien s'en rendre compte. Mais peu importe qu'ils le sachent, le mal n'en est pas moins grand. C'est comme un vent qui souffle, vent de tempête encore lointaine peut-être : on met l'État partout, on le charge de toutes les besognes, on n'a plus foi qu'en lui. Et c'est parce que nous sommes en présence de ce péril, que j'ose prendre la parole et occuper quelques instants de cette séance, m'autorisant du nom de certains journaux à la rédaction desquels j'ai l'honneur d'appartenir, et qui pourraient porter au milieu de leur programme : « Pas d'État-providence ! »

N'ayant que la prétention d'apporter notre faible concours à la discussion qui s'engage ici, nous voulons nous contenter de jeter un coup d'œil rapide sur le régime des ports dans un pays qu'on a pu considérer jusqu'ici, à juste titre, comme la terre bénie de l'initiative privée : la Grande-Bretagne.

M. de Franqueville, à qui l'on doit toujours s'adresser quand on veut étudier cette question si intéressante des travaux publics en Angleterre,

rapporte une réponse typique qui lui fut faite par le secrétaire du bureau du port de Southampton. Pour avoir précisément la note exacte du rôle que joue le *Board of Trade* (ce qui est à peu près chez nous le Ministère du Commerce et le Ministère des Travaux publics réunis) vis-à-vis des Administrations des ports, il lui demandait s'il correspondait souvent avec ledit Département : « Jamais ; cependant, je crois qu'il y a dans nos archives une lettre de cette Administration. » Il chercha cette pièce et trouva un accusé de réception ! Le fait est bien caractéristique et bien vrai, du moins quand il ne s'agit pas d'importants travaux à autoriser ; nous sommes loin de ce qui se passe en France ! En somme, le mot de la situation en Angleterre, c'est encore M. de Franqueville qui l'a dit : « L'intervention de l'Administration centrale est aussi rare que limitée. » Cette Administration a laissé les intéressés *se débrouiller*, comme on dit en terme marin, convaincue que, poussés par leur intérêt propre, ils n'auraient garde de manquer de faire tout ce qu'il faudrait pour le servir, et que la nécessité serait un ressort qui les ferait agir à coup sûr beaucoup plus efficacement que ne pourrait le faire le pouvoir central, au milieu des mille rouages et des embarras d'une centralisation excessive et très coûteuse.

Bien entendu, si, dans le principe général, les ports et les docks (la législation étant la même) sont tout à fait en dehors du pouvoir central, il faut faire exception pour les ports militaires, comme Portsmouth, Plymouth et les autres : cette exception se justifie d'elle-même, sans que nous ayons besoin d'y insister. En outre, et par une bizarrerie curieuse (il faut bien reconnaître que la législation anglaise en présente de surprenantes en toutes matières), c'est le *Board of Trade* lui-même qui a sous son autorité les ports de Douvres, Holyhead et Ramsgate ; de même le bureau des Travaux publics d'Irlande en administre certains autres, notamment Kingstown, et les commissaires des bois et forêts, celui d'Holy-Island.

En dehors de ces très rares exceptions, tous les autres ports sont entre les mains d'autorités locales, commissaires spéciaux, compagnies, particuliers.

C'est ainsi que l'on compte un grand nombre de Compagnies de chemins de fer qui possèdent ou administrent (pour employer un mot plus vague) des ports de commerce anglais : c'est là une situation qui s'explique d'elle-même ; car ces Compagnies sont plus intéressées que quiconque à donner un débouché à leurs voies ferrées, par la même raison qu'en France les Compagnies de chemins de fer doivent être bien aises de donner toutes facilités pour mettre les quais d'un port en communication avec leurs rails. — Les Compagnies spéciales, les *Harbour Companies*, sont aussi fort nombreuses ; d'autres Compagnies, Compagnies de mines,

de canaux, ont trouvé leur intérêt à consacrer leurs soins et leurs fonds au développement d'un port qui devient pour elles un débouché, une tête de ligne. — Par suite du mouvement naturel des successions, certains particuliers, qui ont jadis consacré des fonds pour établir un port, le mettre en mesure de satisfaire aux besoins du commerce, comme d'autres bâtissent ou fondent un hôtel, ont laissé ces ports, et surtout les aménagements faits, comme une propriété à leurs héritiers; ces héritiers sont parfois même des femmes, et ils jouissent des revenus que peut donner une propriété de ce genre, c'est-à-dire des taxes que payent, comme nous le verrons plus loin, ceux qui veulent faire usage du port. — Enfin, dans bien des ports, ce sont les autorités locales, conseillers, *common councellors*, ou autres, qui se sont trouvées les autorités tout élues, toutes désignées par les circonstances pour prendre en mains les intérêts de la ville qu'ils représentent et pour se mettre à la tête des travaux d'amélioration, puis de l'administration des ports. — Et, pour en finir avec cette énumération, nous ajouterons qu'un grand nombre de ports sont administrés par des corps constitués dans ce but spécial par les intéressés, en dehors des corps municipaux déjà existants : ces corps particuliers constituent ce qu'il y a vraiment de plus original dans l'organisation des ports de la Grande-Bretagne; ils montrent bien les intéressés sachant se grouper dans leur intérêt propre, et agir en dehors de toute autorité supérieure providentielle. Ces corps spéciaux portent des noms divers; mais que ce soient des *commissaires*, des *bureaux de ports*, des *conservateurs*, des *trustees*, cela revient toujours au même, et l'on peut dire que ce sont eux qui ont la charge des plus grands ports du Royaume-Uni, et qui ont créé des organisations admirables comme celles de Hull, de Londres, de Liverpool.

Cependant, disons tout de suite que l'État se réserve un droit d'intervention, mais bien minime, en ce qui concerne les ports et docks : il autorise les travaux, la perception des taxes destinées à indemniser les concessionnaires ou plutôt ceux qui veulent entreprendre les travaux sous leur responsabilité. En somme, c'est là une mesure de simple police, de même que la disposition spécifiant qu'aucun travail ne peut être entrepris sur le rivage de la mer ou sur une rivière navigable dans sa partie maritime. Peut-on de même penser qu'il y ait ingérence de l'État quand on voit la loi obliger les concessionnaires à entretenir et à construire une maison pour le service de la douane, des appareils de sauvetage, à construire de même une échelle de marée et un baromètre, à prendre note des observations et à les envoyer au *Board of Trade*. La concession, qui, plus exactement, est une *autorisation* de travaux, est faite en vertu d'une loi ou simplement d'une *ordonnance provisoire;* bien entendu, chaque port est régi par une loi ou une ordonnance toute spéciale dans

ses dispositions; il n'y a aucune uniformité, aucune coordination dans cette législation spéciale. Cependant, une loi, dite *Commissioners clauses act*, et datant de 1847, renferme les clauses qu'on insère d'habitude dans les lois de concession; l'autre, de la même époque, est dénommée : *Harbours, docks and piers clauses act;* elles s'appliquent, dans leur ensemble, à la concession, à l'administration des ports, des jetées, des docks, de tous les ouvrages des ports en général. Les concessionnaires de ces ouvrages ont droit d'expropriation, suivant la loi de 1845, pour toutes les parties des travaux expressément prévues; pour les parties secondaires, ils n'ont qu'à s'entendre à l'amiable avec les propriétaires des terrains à se procurer. Nous devons citer un détail particulièrement curieux : tandis que, dans ces derniers temps, l'État français a reçu souvent des fonds de concours des Chambres de commerce et d'autres intéressés, ou que ceux-ci prêtent des fonds lorsque l'État s'en trouve à court, au contraire, une loi de 1861 a autorisé le gouvernement britannique à prêter, pour une période de cinquante années au maximum, aux Compagnies, aux autorités qui veulent entreprendre des travaux, les sommes qui peuvent leur être nécessaires pour ces travaux; ces prêts sont garantis par le produit des taxes et portent intérêt.

Ces taxes, sur lesquelles on prend l'intérêt de ces prêts, servent précisément à couvrir les concessionnaires de toutes les dépenses faites par eux : tous ces droits locaux varient considérablement, comme nombre et comme espèce. La matière a d'ailleurs été un peu uniformisée par une loi de 1861. A Liverpool, que nous pouvons prendre comme exemple, puisque nous le citerons à nouveau un peu plus tard pour montrer le développement des ports du Royaume-Uni, les droits sont tantôt des droits de docks, des droits de phare, de feu flottant; pour les docks même, il y a plusieurs espèces de droits, suivant que les marchandises sont ou non déchargées; enfin, des droits de bouée, de bassins de radoub, dans le détail desquels il n'est pas utile d'entrer ici.

Nous voulons, pour finir, donner quelques détails spéciaux à quelques ports de la Grande-Bretagne, précisant encore mieux les idées que nous avons voulu présenter, et montrant bien quel est le développement merveilleux de ces ports britanniques, sous le régime de la pleine liberté.

Le port de Glasgow est administré par un *bureau des conservateurs de la Clyde,* comprenant vingt-cinq membres, dont dix conseillers municipaux, neuf membres élus par les armateurs ou hauts contribuables et pris parmi les grands armateurs; enfin, deux membres désignés par la Chambre de commerce, deux par la Chambre des marchands, et deux par la *Maison des commerçants*. Le bureau est présidé par le maire ou *Lord Provost*.

Jetons un coup d'œil sur l'organisation analogue de la rivière Tyne. Pour l'année 1890, les revenus et fonds divers à la disposition des

« commissaires des travaux d'amélioration de la Tyne » se sont élevés à un total de 305.632 livres sterling ou environ 7.700.000 francs; cela représente une augmentation de 12.000 livres ou 300.000 francs sur l'année 1889. Les principales dépenses ont été de 262.000 livres pour travaux neufs ou d'entretien, intérêts des emprunts; le reste a été employé à des remboursements; l'intérêt des emprunts faits par la Commission ne dépasse pas 4 0/0. Enfin, ajoutons que cette entreprise particulière, en somme, a suffi par elle-même à faire opérer 1.705.000 tonnes de dragages. Et voyez maintenant le résultat. Les chargements de coke et de charbon sur les quais de la Tyne ont dépassé tout ce que l'on avait pu constater jusqu'ici : ils se sont chiffrés par 10.729.199 tonnes, tandis qu'en 1889 ils n'avaient été que de 10.529.401; le nombre des navires entrés et sortis (*cleared*, comme disent les statistiques anglaises) a été de 14.001 en 1890, tandis qu'en 1889, le nombre n'en avait été que de 13.969; enfin, le tonnage moyen des navires a été de 467,5 tonneaux en 1890, contre 460 tonneaux en 1889.

Voyons, pour finir, le port de Liverpool et les divers ports de la Mersey. On sait que ni l'Angleterre ni l'Europe ne peuvent rien présenter de supérieur aux docks et aux bassins merveilleux de ce magnifique établissement maritime. Ces bassins, dont le premier date de 1709, s'étendent sur 10 kilomètres le long de l'estuaire, et ils sont au nombre de trente-cinq, couvrant une superficie de 135 hectares; à Birkeenhead, qui n'est, en somme, qu'une annexe de Liverpool, le port couvre 64,6 hectares et s'étend sur 14 kilomètres de long.

Le « Bureau des ports et docks de la Mersey » a l'administration du port de Liverpool; cette Commission, ce bureau comprend vingt-huit membres, dont quatre nommés par les « commissaires de l'administration du fleuve », et vingt-quatre élus par les contribuables des docks. En 1881, les revenus fournis par ce port ont été de 30.662.000 francs; les dettes contractées étaient de 406 millions de francs. Cette Commission accomplit les travaux les plus importants aussi vite, aussi sûrement et à aussi peu de frais que l'organisation officielle ou centrale la mieux conçue; c'est elle qui a construit les entrepôts de grains et le fameux *Floating Pier*, cet immense appontement, unique en son genre.

Et maintenant, voulez-vous avoir une idée juste des résultats auxquels est arrivée cette Commission des ports de la Mersey? Jetons un coup d'œil rapide sur les progrès du mouvement commercial maritime de Liverpool.

En 1745, le mouvement des navires au port de Liverpool, entrées et sorties réunies, était seulement de 425; le tonnage moyen de chacun d'eux n'atteignait même pas 50 tonneaux; en l'année 1891, en un seul jour, dans ce même port de Liverpool, il est entré, en une seule heure, 4 na-

vires représentant un tonnage total qui dépasse de beaucoup le mouvement total de l'année 1745. Un chiffre encore, sans vouloir insister outre mesure sur l'immensité de ce port de Liverpool, que tout le monde connaît de nom : en 1800, le mouvement du port était de 4.746 navires, représentant 450.000 tonneaux; en 1880, il était devenu 20.249 navires et 7.933.000 tonneaux.

Et maintenant, nous ne nous hasarderons point à tirer une conclusion ferme, car ces questions sont trop compliquées pour qu'il soit possible de les trancher d'une façon nette, sans que le concours de toutes les lumières se soit manifesté. Mais nous pensons, du moins, avoir apporté quelques éléments de discussion qui pourront peut-être convaincre certaines personnes de la toute-puissance et de la fécondité bienfaisante de l'initiative privée.

M. A. DE PRÉAUDEAU

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Paris.

SUR LA RÉPARTITION DES TRANSPORTS ENTRE LES CHEMINS DE FER ET LES VOIES NAVIGABLES (1885-1887)

— Séance du 18 septembre 1891 —

Nous avons présenté au Congrès de Paris, en 1889, un travail sur la crise qui s'était produite dans l'industrie des transports de 1883 à 1885, et nous avons été conduit à conclure que, sans méconnaître les causes économiques de cette crise et l'influence que l'amélioration des voies navigables avait pu exercer sur la baisse du trafic des chemins de fer, le tonnage moyen des voies ferrées avait également, dans une très forte proportion, été diminué par la construction ou l'annexion au réseau d'intérêt général d'un nombre exagéré de kilomètres improductifs.

Nous nous proposons d'étendre notre étude à la période comprise entre 1885 et 1887, afin d'en contrôler les résultats et de montrer, par un nouvel exemple, comment les transports tendent à se répartir entre les différentes voies de communication de notre pays.

La période de 1885 à 1887 succédant à celle dans laquelle, pendant six années consécutives, les ouvertures de lignes avaient atteint en moyenne 1.080 kilomètres par an, sans compter 1.239 kilomètres de chemins d'intérêt local incorporés au réseau général, a été d'une activité moins

fiévreuse ; 1.230 kilomètres de lignes ouvertes en deux années et 47 kilomètres incorporés, nous ont ramenés à la proportion que nous avons indiquée comme compatible, d'après l'expérience, avec le développement économique du pays (1).

Car, suivant une très juste remarque de M. Jules Michel, « *au delà d'une certaine limite, ce ne sont pas les chemins de fer qui font la prospérité du pays, mais la prospérité du pays qui influe sur le trafic des chemins de fer.* »

De même que, dans la période précédente, le réseau des voies navigables n'a guère progressé que par ses conditions d'exploitation et sa longueur a peu varié : 11.968 kilomètres en 1880, 12.378 en 1885 et 12.468 en 1887 dont 7.743 kilomètres de fleuves et rivières et 4.725 kilomètres de canaux.

Trafic total des voies navigables. — La progression du trafic des voies navigables, signalée depuis 1883, a continué à se produire ; on a eu :

En 1883	2,382	milliards	de tonnes	kilométriques ;
En 1885	2,452	—	—	—
En 1887	3,073	—	—	—

L'accroissement de tonnage observé de 1885 à 1887 était d'ailleurs trop considérable pour se maintenir dans la période suivante, et on a eu, en 1889, 3,238 M $\mathfrak{T}_K$. (Cette abréviation désignant toujours des *milliards* de tonnes kilométriques.)

Trafic total des chemins de fer. — Sur les chemins de fer, le maximum du tonnage kilométrique correspond toujours à l'année 1883, qui a donné 11,065 M $\mathfrak{T}_K$; il a baissé en 1885 et 1886 et s'est relevé à partir de 1887 :

1883. . . .	11,065 M $\mathfrak{T}_K$;
1885. . . .	9,791 —
1887. . . .	9,917 —

Le minimum a été atteint en 1886, 9,314 M $\mathfrak{T}_K$, et l'année 1888 a continué le relèvement de l'année précédente, 10.409 M $\mathfrak{T}_K$, accentué en 1889 ; 11,052 M $\mathfrak{T}_K$, chiffre presque égal à celui de 1883.

Trafic total des voies de communication intérieures. — Sur l'ensemble des voies intérieures autres que les routes, le résultat comparatif des mêmes années donne les chiffres suivants :

(1) Chemins de fer d'intérêt général :

Longueur exploitée au 31 décembre	1879.	22.758	kilomètres.
—	1883.	28.042	—
—	1885.	30.478	—
—	1887.	31.770	—
—	1888.	32.652	—
—	1889.	33.162	—

y compris 1.282 kilomètres d'intérêt local incorporés et compris dans les chiffres qui précèdent.

	1880	1883	1885	1887	1889
Chemins de fer. .	10,350	11,065	9,791	9,917	11,052
Navigation intérieure.	2,007	2,383	2,453	3,073	3,283
M $\mathfrak{T}_K$ (totales) . .	12,357	13,448	12,244	12,990	14,335

Le minimum pour le trafic total a été atteint en 1886, qui a donné 12,058 M $\mathfrak{T}_K$; la progression constatée de 1885 à 1887 s'est développée en 1888, qui, avec 13,589 M $\mathfrak{T}_K$, a un chiffre supérieur, d'un dixième environ, au trafic total de 1883, et a atteint 14,335 M $\mathfrak{T}_K$ en 1889.

Répartition du trafic. — Avant de suivre ce trafic total dans sa répartition, très inégale entre les différentes voies, nous devons rappeler la classification sur laquelle reposent nos comparaisons.

Lignes de navigation principales et secondaires. — La loi de classement du 5 août 1879 a divisé les lignes de navigation en deux catégories de voies *principales* ou *secondaires*, dont les premières sont seules astreintes aux conditions de navigabilité nécessaires pour assurer le transit d'une ligne à l'autre sans transbordement.

Or, sur un réseau comprenant, en 1885, une longueur fréquentée de 12.378 kilomètres, les voies principales, d'une longueur de 5.643 kilomètres, ont reçu 79 0/0 du tonnage embarqué et 91 0/0 du trafic kilométrique total, avec un tonnage moyen de 396.646 tonnes à la distance entière : les voies secondaires, d'une longueur de 6.735 kilomètres, n'ont donc reçu que 21 0/0 des embarquements et 9 0/0 du trafic kilométrique, avec 31.845 tonnes par kilomètre à la distance entière.

En 1887, avec une longueur fréquentée de 12.468 kilomètres, les *voies principales* de 5.630 kilomètres de longueur ont reçu 79 0/0 des embarquements et 92 0/0 du trafic kilométrique, le tonnage à la distance entière atteignant 503.043 tonnes. Les voies secondaires, de 6.838 kilomètres de longueur, n'ont reçu que 21 0/0 des embarquements et 8 0/0 du trafic kilométrique, le tonnage par kilomètre à la distance entière étant de 35.282 tonnes.

Division des chemins de fer en trois catégories. — Pour faciliter les comparaisons, nous divisons les voies ferrées en trois catégories :

1° Lignes qui sont en concurrence directe avec les voies navigables : ce sont en général les artères principales ;

2° Lignes principales de deuxième ordre, qui ne sont pas en concurrence directe avec les voies navigables ;

3° Lignes secondaires : nous mettons dans cette catégorie, chaque année, celles qui n'ont pas un tonnage moyen de 100.000 tonnes à la distance entière.

Les distinctions sont un peu moins nettes entre les deux autres catégories,

car une ligne de chemin de fer peut faire concurrence à un canal en suivant une direction sensiblement différente entre deux extrémités communes; nous avons considéré comme étant en concurrence les lignes qui ont le plus grand nombre de points communs, même quand elles sont doublées à quelque distance par d'autres sections plus directes.

Enfin, nous n'avons pas adopté entièrement la classification administrative pour les lignes de navigation parce qu'elle renferme quelques divisions secondaires, sans intérêt pour nous, tandis que, au contraire, elle réunit des éléments trop dissemblables sur la grande ligne de la Manche à la Méditerranée.

TONNAGES COMPARATIFS SUR LES VOIES NAVIGABLES PRINCIPALES ET SUR LES VOIES FERRÉES EN CONCURRENCE. — Le tableau A donne, pour 1885 et 1887, le résultat de la comparaison des tonnages sur les lignes principales de navigation et sur les voies ferrées qui desservent les mêmes régions. La valeur des tonnages attribués à chaque section de chemin de fer n'est pas rigoureusement exacte, car les limites de sections de chemins de fer et de rivières coïncident rarement, et les différentes parties d'une longue section de chemin de fer peuvent avoir des fréquentations très différentes que n'accuse pas la statistique.

Pour les voies navigables, cette période est celle du développement le plus rapide de leur trafic: sur les lignes principales, de 1885 à 1887, l'augmentation moyenne est de 26,5 0/0, qui se répartit comme suit:

Lignes du Nord, du Centre et du Sud-Est.	Augmentation	22 0/0;
— du Sud-Ouest.	—	30 0/0;
— de l'Est.	—	47 0/0;
— du Midi.	Diminution	4 0/0.

Parmi les lignes de l'Est, celle de Givet à Corre, dont la branche sud a été définitivement ouverte en 1883, a vu son trafic moyen s'élever de 79.000 $\mathfrak{T}_d$ (1883) (tonnage à distance entière) à 174.000 $\mathfrak{T}_d$ (1885), 346.000 $\mathfrak{T}_d$ (1887) et 374.000 $\mathfrak{T}_d$ (1889).

Sur la Seine, du Havre à Montereau, le trafic a un peu baissé en 1885, mais s'est relevé ensuite, dépassant en 1889 de 39,7 0/0 le trafic de 1883.

Sur la ligne de jonction, entre les bassins de la Seine et du Rhône, les variations ont été dans le même sens, mais l'augmentation, qui a été de 4,2 0/0, de 1883 à 1887 s'est ralentie depuis cette époque.

La navigation du Rhône continue à progresser lentement: 178.000 $\mathfrak{T}_d$ (1885), 222.000 $\mathfrak{T}_d$ (1887) et 245.000 $\mathfrak{T}_d$ (1889).

Pour les chemins de fer, le trafic, en comparant les tonnages à distance entière, a continué à décroître, mais beaucoup moins sensiblement que pendant la période précédente; la diminution moyenne a été de 4,5 0/0 au lieu de 14,5 0/0. Nulle ou insensible dans le Nord, le Centre et le

Sud-Est, la diminution a porté dans la proportion de 7,4 0/0 sur les lignes du Midi, 10 0/0 sur celles du Sud-Ouest et 13 0/0 sur celles de l'Est.

Tonnages comparatifs sur l'ensemble du réseau général des chemins de fer. — Pour dégager l'influence des voies navigables, il faut chercher ce qui s'est passé dans la même période sur les autres lignes de chemins de fer.

Sur l'ensemble du réseau d'intérêt général, les longueurs moyennes exploitées ont été, en 1885, de 29.839 kilomètres, et en 1877, de 31.756 kilomètres (augmentation 6,4 0/0) au lieu de 11,7 0/0 dans la période précédente. Le tonnage kilométrique total a augmenté de 1,3 0/0, tandis qu'il avait baissé de 14 0/0 de 1883 à 1885.

Si on se borne, pour décomposer ces chiffres, aux six grandes Compagnies et au réseau de l'État, on trouvera :

Une augmentation de la longueur moyenne exploitée réduite à 5,4 0/0 et une augmentation du trafic kilométrique de 1,2 0/0 avec réduction dans le tonnage à la distance entière de 4,3 0/0.

Le tableau B donne par compagnie le tonnage kilométrique et le tonnage moyen à distance entière.

En rappelant que, pour l'ensemble du réseau, l'augmentation de la longueur moyenne exploitée a été de 6,4 0/0 et la diminution du trafic de 4,5 0/0, on comparera ces éléments avec ceux obtenus pour chaque groupe de lignes de 1885 à 1887.

	LONGUEURS		TONNAGE KILOMÉTRIQUE		TONNAGE à distance entière	
	Augment.	Diminution	Augment.	Diminution	Augment.	Diminution
Lignes principales en concurrence directe avec les voies navigables.	»	»	»	4,7 °/₀	»	4,7°/₀
Autres lignes principales.	10,3°/₀	»	6,4 °/₀	»	»	2,6°/₀
Lignes secondaires.	2,5 °/°	»	»	7,9 °/₀	»	10,1°/₀

Les lignes principales en concurrence avec les voies navigables sont donc en diminution plus sensible que les autres lignes principales, mais très inférieure à celle des lignes secondaires.

Les chiffres absolus des tonnages à la distance entière mettent en évidence ces résultats :

	1885	1887
Principales lignes navigables.	396.646 $\mathfrak{T}_d$	503.043 $\mathfrak{T}_d$
Lignes de chemins de fer en concurrence avec les voies navigables	903.486 »	861.338 »
Autres lignes principales	401.226 »	390.625 »
Lignes secondaires	56.557 »	50.819 »

TONNAGES RELATIFS PAR RÉSEAUX DE CHEMINS DE FER. — Pour se rendre compte de leur répartition dans chaque région de la France, il faut rapprocher par réseau et par groupe de lignes les variations des longueurs exploitées et du trafic; tel est l'objet du tableau de la page suivante et des remarques concernant chaque réseau.

REMARQUES. — (A). *Nord.* — Faible augmentation de longueur 2,2 0/0. Augmentation de trafic des lignes en concurrence. Diminution moyenne sur les autres lignes principales dont la longueur s'est notablement augmentée par suite de l'adjonction d'un certain nombre de lignes qui étaient antérieurement au-dessous de 100.000 tonnes. Augmentation moyenne de trafic sur ce réseau pour lequel la crise est terminée.

(B) *Est.* — Influence manifeste du développement des voies navigables: le tonnage kilométrique a perdu, sur les lignes principales, 124.891.380 $\mathfrak{T}_K$ tandis que les voies navigables ont gagné 274.930.466 $\mathfrak{T}_K$. Cependant, la baisse moyenne du tonnage à la distance entière est faible, et il y a progrès notable par rapport à la période précédente.

(C) *Ouest.* — Conséquence du développement de la navigation de la Seine. Sur la ligne du Havre à Montereau, les chemins de fer ont perdu 13.917.523 $\mathfrak{T}_K$, tandis que les voies navigables ont gagné 120.983.475 $\mathfrak{T}_K$; il y a amélioration sur le reste du réseau.

(D) *Orléans.* — On sait que la concurrence des voies navigables est très peu active sur ce réseau; les lignes en concurrence sont celles qui baissent le moins; la situation, meilleure que la période précédente, accuse cependant encore la plus forte diminution de trafic de tout le réseau français. Si on rapproche ce fait du développement du réseau d'Etat, on ne peut contester l'existence d'un déplacement de trafic résultant de l'ouverture de la ligne de Paris à Bordeaux par Saumur et Niort.

(E) *Paris-Lyon.* — La concurrence des voies navigables n'empêche pas les artères principales de conserver leur trafic, tandis qu'il y a baisse, surtout pour les lignes secondaires, par suite de l'élévation d'un certain nombre des meilleures de ces lignes au-dessus du tonnage de 100.000 tonnes.

(F) *Midi.* — Les voies navigables sont peu importantes et leur tonnage kilométrique est en baisse; on ne peut donc leur attribuer les pertes des lignes concurrentes, relativement moindres que sur les lignes secondaires.

(G) *État.* — Le réseau de l'État est celui dont l'augmentation relative de longueur a été la plus forte pendant cette période; mais, à l'inverse de ce qui s'est produit sur les autres réseaux, les lignes nouvelles étaient non seulement productives par elles-mêmes, mais construites de manière à relier des sections antérieures dont elles augmentaient le trafic. C'est ce qui explique un accroissement de tonnage plus rapide que l'extension du réseau, provenant en partie du déplacement du trafic anciennement desservi par la Compagnie d'Orléans.

1885-1887	LONGUEURS		TONNAGE KILOMÉTRIQUE		TONNAGE A DISTANCE ENTIÈRE	
	Augmentation %	Diminution %	Augmentation %	Diminution %	Augmentation %	Diminution %
NORD (A)						
Lignes principales en concurrence	»	»	2,1	»	2,1	»
Autres lignes principales	19,2	»	13,3	»	»	5,0
Lignes secondaires	»	16,1	»	4,8	13,5	»
	2,2		8,1		6,3	
EST (B)						
Lignes principales en concurrence	»	»	»	19,3	»	19,3
Autres lignes principales	18,8	»	32,5	»	9,8	»
Lignes secondaires	»	1,2	»	9,7	»	8,5
	8,7		6,5			2,0
OUEST (C)						
Lignes principales en concurrence	»	»	»	5,1	»	5,1
Autres lignes principales	»	2,4	2,2	»	4,7	»
Lignes secondaires	10,4	»	10,6	»	8,4	»
	3,7		1,4			2,7
ORLÉANS (D)						
Lignes principales en concurrence	»	»	»	8,7	»	8,1
Autres lignes principales	2,4	»	»	10,9	»	13,3
Lignes secondaires	16,1	»	»	0,6	»	14,4
	8,0			9,7		16,4
PARIS-LYON (E)						
Lignes principales en concurrence	»	»	»	1,5	»	1,5
Autres lignes principales	9,7	»	3,7	»	»	5,5
Lignes secondaires	»	1,8	»	25,1	»	23,6
	3,1			0,8		3,7
MIDI (F)						
Lignes principales en concurrence	»	»	»	5,6	»	5,6
Autres lignes principales	0,5	»	»	4,0	»	3,7
Lignes secondaires	6,3	»	»	2,2	»	9,3
	2,7			4,5		6,9
ÉTAT (G)						
Lignes principales en concurrence	»	»	»	10,1	»	10,1
Autres lignes principales	52,9	»	74,3	»	14,0	»
Lignes secondaires	»	3,1	»	6,9	»	3,9
	15,7		31,4		13,5	

En résumé, de 1885 à 1887, la longueur du réseau augmente de 5,7 0/0 sur les lignes considérées avec un minimum de 2,2 0/0 sur le Nord, et un maximum de 15,7 0/0 sur l'État.

Le tonnage de ces deux réseaux étant en progrès, on voit que, pour cette période, les ouvertures de lignes n'ont pas eu, comme dans la précédente, une influence prépondérante sur la dépression du trafic.

Au point de vue du tonnage à distance entière, la diminution moyenne est de 4,3 0/0; sur l'Orléans, cette diminution atteint 16,4 0/0, et il y a, au contraire augmentation de 13,5 0/0 sur l'État; les voies navigables n'ont sur ces deux réseaux qu'une influence minime; le déplacement du trafic est dû en partie à l'ouverture de la ligne de Paris à Bordeaux par Saumur et Niort. Si, pour écarter cette influence, on fait le total du trafic des deux réseaux, on trouve les résultats suivants :

L'ensemble des réseaux de l'État et de l'Orléans s'est augmenté de 10 0/0; le trafic kilométrique a baissé de 4,5 0/0 et le trafic à distance entière de 13,2 0/0; sur ces réseaux, sur lesquels les ouvertures des lignes ont été les plus nombreuses, la diminution totale de trafic a été plus sensible que dans le reste de la France; elle s'est surtout produite sur les lignes secondaires du réseau d'Orléans. On remarquera, d'ailleurs, qu'il en a été de même sur les lignes secondaires du réseau Paris-Lyon, dont la longueur n'a cependant pas très notablement augmenté.

Donc, si, sur les réseaux de l'Est ou de l'Ouest, les voies navigables ont pu diminuer le trafic de certaines lignes, sur ceux d'Orléans et de Lyon, c'est surtout l'ouverture des lignes nouvelles qui a abaissé le trafic à distance entière; dans cette période, les deux influences précédemment comparées se sont exercées simultanément, et il est utile de revenir en quelques mots sur chacune d'elles.

Concurrence des voies navigables. — En se reportant au tableau A, on reconnaît que le tonnage moyen des principales voies navigables à distance entière passe de 397.000 à 503.000 tonnes, en augmentation de 106.000 $\mathfrak{T}_d$ soit 26,8 0/0, tandis que le tonnage moyen des lignes de chemins de fer en concurrence s'abaisse de 839.000 tonnes à 795.000 tonnes, c'est-à-dire de 142.000 tonnes ou 5,3 0/0. En chiffres absolus, les voies navigables gagnent 594 millions de tonnes kilométriques et les lignes principales de chemins de fer en concurrence n'en perdent que 170 millions.

Cet accroissement du trafic des voies navigables est d'ailleurs tout à fait exceptionnel et ne se reproduit dans aucune des périodes précédentes ou suivantes; sur tout le réseau, l'augmentation de trafic a été :

De 1880 à 1883, de 376 millions de tonnes kilométriques;
— 1883 à 1885, de 49 —
— 1885 à 1887, de 621 —
— 1887 à 1889, de 161 —

Ce développement exceptionnel de la navigation, de 1885 à 1887, tient évidemmment à l'amélioration des conditions de navigabilité résultant de l'exécution de la loi du 5 août 1879.

Le tableau suivant indique les résultats obtenus de 1878 à 1885 et 1889.

Longueur totale des voies navigables ayant au minimum 2 mètres de mouillage avec des écluses de 38m,50 de longueur utile et 5m,20 de largeur.

	FLEUVES ET RIVIÈRES	CANAUX	ENSEMBLE
	kilomètres	kilomètres	kilomètres
Situation en 1878.	996	463	1.459
— 1887.	1.819	1.747	3.566
— 1889.	1.884	1.915	3.799

Le mouillage de 2 mètres était assuré en tout temps :

En 1887, sur 4.001 kilomètres;
En 1889, sur 4.673 —

L'allongement des parcours moyens a continué à se produire : de 110 kilomètres en 1881-1882, il s'est élevé à 125 kilomètres en 1885, 133 en 1887 et 135 en 1889.

Si, pour chaque voie, on néglige le trafic intérieur en ne tenant compte que des expéditions, ces chiffres atteignent 167 kilomètres en 1887 et 170 en 1889.

Sur les chemins de fer, les chiffres moyens sont un peu plus faibles; ils varient, y compris le trafic intérieur, de 124 kilomètres en 1885 à 127 kilomètres en 1888 et 1889, après avoir atteint 134 kilomètres en 1878.

Ainsi, tandis que, par l'uniformité des dimensions, les transports s'allongent sur les voies navigables, ils diminuent sur les chemins de fer par suite de la multiplicité des lignes.

Quant au tonnage kilométrique des voies navigables, il s'est accru autant par l'augmentation des distances que par le tonnage des embarquements. De même que, dans la période précédente, le trafic s'est réparti dans des proportions à peu près constantes entre les voies principales et secondaires; les premières ont reçu 92 0/0 du trafic kilométrique et les secondes 8 0/0 seulement; les voies isolées et de faible trafic continuent à être délaissées par la batellerie.

Quant au progrès des voies principales, nous avons à signaler, comme étant en voie d'accroissement :

La ligne de Paris à Mons et Charleroi qui gagne 315 M $\mathfrak{T}_d$;

—	de l'Escaut à la frontière	—	159 —
—	de l'Oise à la Meuse	—	100 —
—	de la frontière de l'Est par la Marne	—	144 —
—	de l'Est (Givet à Corre)	—	171 —
—	de l'Est au Rhône	—	55 —
—	du Havre à Montereau	—	256 —
—	de la Seine à la Loire	—	80 —
—	de la Saône à la Loire	—	117 —

c'est-à-dire principalement les lignes du Nord, le canal de l'Est et la Seine.

Influence des ouvertures de lignes. — Il résulte du tableau B que, pendant la période de 1885 à 1887, le réseau français ne s'est augmenté, en kilomètres exploités, que de 1.672 kilomètres, construits ou incorporés au réseau général, tandis que, pendant la période précédente de 1883 à 1885, l'accroissement avait été de plus du double. En même temps, la situation économique devenait meilleure et ces deux causes devaient arrêter la baisse du trafic des chemins de fer.

Sur tout le réseau d'intérêt général, les variations du trafic ont été, en millions de tonnes kilométriques:

	AUGMENTATION	DIMINUTION
De 1880 à 1883.	715	»
De 1883 à 1885.	»	1.274
De 1885 à 1887.	126	»

Cette amélioration s'est poursuivie depuis 1888. Dans la période considérée, un nombre important de lignes est passé de la troisième à la seconde catégorie, c'est-à-dire a dépassé le chiffre de 100.000 tonnes ; la seconde catégorie s'est augmentée de 1.370 kilomètres, chiffre voisin de celui des ouvertures, et par suite la dernière ne s'est accrue que de 312 kilomètres.

Mais cette catégorie ayant reçu toutes les lignes nouvelles et ayant perdu un certain nombre de celles qui étaient précédemment voisines de 100.000 tonnes, a baissé, en moyenne, bien que le tonnage à distance entière ait été en hausse sur les lignes secondaires des réseaux de l'Ouest et du Nord.

La baisse a été surtout sensible sur les lignes des Compagnies d'Orléans et de Paris-Lyon.

Répartition du trafic total. Conclusions. — Si maintenant nous représentons par 100 le trafic kilométrique total des voies intérieures de la France autres que les routes, nous trouvons, pour la répartition entre les chemins de fer et la navigation intérieure, les chiffres suivants :

	1880	1883	1885	1886	1887	1888	1889
Chemins de fer.	83,75	82,28	80,16	77,24	76,34	76,59	77,34
Navigation intérieure	16,25	17,72	19,84	22,76	23,66	23,41	22,66
Total.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

L'importance relative des voies navigables a augmenté très sensiblement de 1880 à 1886, c'est la conséquence de leur amélioration et surtout de l'unification de leurs conditions de navigabilité; puis, leur clientèle étant constituée, leurs progrès relatifs se sont ralentis en 1887 et arrêtés à partir de 1888.

Pour les chemins de fer, au contraire, la crise économique a, malgré un accroissement exagéré du réseau, diminué à la fois le tonnage kilométrique et la part proportionnelle dans l'ensemble des transports. Mais la crise peut être considérée comme terminée depuis 1886, et le trafic kilométrique a repris une marche croissante pendant que la part proportionnelle des chemins de fer dans l'ensemble des transports continuait à diminuer jusqu'en 1887 et ne commençait à croître qu'en 1888. Cette amélioration se poursuit en 1889 et il est permis de présumer qu'elle s'accentuera dans les années suivantes.

Dès 1887, les lignes principales sont dans leur ensemble en voie de progrès sensible; quant aux lignes secondaires, si l'adjonction trop nombreuse de kilomètres improductifs abaisse la moyenne de leur tonnage, elles ont néanmoins un trafic croissant, au moins pendant les premières années de leur exploitation : leur clientèle et leur rayon d'action s'accroissent lentement, mais progressivement, et le tonnage kilométrique de 1883 étant de nouveau dépassé, la part proportionnelle des chemins de fer qui s'adressent à des populations beaucoup plus nombreuses et plus récemment desservies ne peut manquer de continuer sa marche croissante.

Seulement, la longueur du réseau ayant augmenté de plus du tiers depuis 1880, pour le même tonnage kilométrique qu'à cette époque, on aura un tonnage à distance entière plus faible d'un quart : il faudra donc encore une longue période d'années pour que le réseau français, même s'il continue à ne s'accroître que lentement, soit utilisé comme il l'était en 1880, ce qui exigerait, avec la longueur en exploitation à la fin de l'année 1889, 14,5 au lieu de 10 milliards de tonnes kilométriques.

Causes de la crise économique 1883-1886. — Après avoir ainsi constaté l'influence de la crise économique sur l'industrie des transports, il n'est pas sans intérêt d'en rechercher les causes et de se rendre compte si la production agricole ou industrielle a été principalement frappée pendant cette période.

Nous nous bornerons, à ce sujet, à emprunter au livre de M. de Foville, *la France économique*, quelques chiffres caractéristiques réunis dans le tableau suivant :

	AGRICULTURE		INDUSTRIE			
			HOUILLE		FER	ACIER
	BLÉ — Millions d'hectolit.	VIN — Millions d'hectolit.	Production — Millions de tonnes	Consommat. — Millions de tonnes	Production — Milliers de tonnes	Production — Milliers de tonnes
1880.	99,5	29,7	19,4	28,8	906	388,9
1881.	96,8	34,1	19,8	29,4	»	»
1882.	*122,1*	30,9	20,6	31,0	*1073*	458,2
1883.	1 7,7	*36,0*	*21,3*	*32,4*	»	»
1884.	114,2	34,8	20,0	30,9	877	502,9
1885.	109,9	28,5	*19,5*	30,0	»	*553,6*
1886.	107,3	25,1	19,9	*29,6*	*767*	*454,0*
1887.	112,5	*24,3*	21,3	30,2	772	493,3
1888.	*96,1*	30,1	*23,0*	*32,3*	834	*525,6*

Il n'y a eu dans les productions agricoles aucune perturbation correspondant au début de la crise : la récolte en céréales a été supérieure en 1884 à celle de l'année précédente ; la diminution de la production des vins a été sans importance. Au contraire, pour la houille, une baisse très sensible dans la production est survenue en 1884 et 1885 et s'est poursuivie jusqu'en 1886 pour la consommation. La production des fers et des aciers a baissé jusqu'en 1886; la reprise, assez faible en 1887, n'a été accentuée qu'en 1888.

Donc, la crise a été surtout industrielle et l'industrie des transports en a suivi la marche, baissant, à partir du maximum de 1883, jusqu'en 1886, et se relevant à partir de 1887 ; les productions agricoles, au contraire, ont éprouvé pendant le même temps des fluctuations d'une intensité moyenne, dont il n'est pas possible de dégager l'influence.

L'industrie, plus que l'agriculture, est donc responsable de la dernière crise ; mais les populations agricoles ont dû l'aggraver, en restreignant leurs consommations, par suite de la baisse des prix des produits de l'agriculture dans les années 1884 et suivantes.

Tableau A.

RÉPARTITION DES TRANSPORTS EN 1885 ET EN 1887 ENTRE LES PRINCIPALES LIGNES DE NAVIGATION ET DE CHEMINS DE FER EN CONCURRENCE DIRECTE

DÉSIGNATION		1885						1887						OBSERVATIONS
		NAVIGATION INTÉRIEURE			CHEMINS DE FER			NAVIGATION INTÉRIEURE			CHEMINS DE FER			
RÉGIONALE	DES LIGNES	LONGUEUR par LIGNE	TONNAGE kilométrique	TONNAGE à distance entière	LONGUEUR par LIGNE	TONNAGE kilométrique	TONNAGE à distance entière	LONGUEUR par LIGNE	TONNAGE kilométrique	TONNAGE à distance entière	LONGUEUR par LIGNE	TONNAGE kilométrique	TONNAGE à distance entière	
Nord.	Paris à la frontière belge vers Mons et Charleroi	409	629.234.132	1.538.000	249	410.686.188	1.649.000	409	758.068.001	1.853.000	249	418.576.047	1.681.006	
Nord.	De l'Escaut à la frontière belge et à la mer du Nord	440	272.485.711	619.000	252	160.977.129	638.798	437	340.181.454	778.000	252	164.723.684	653.665	
Nord.	De l'Oise à la Meuse	208	78.294.181	376.414	201	97.590.721	485.576	208	99.001.086	475.967	201	91.486.018	455.154	
Nord.	De la mer du Nord à la baie de la Somme	156	12.025.951	77.089	135	46.238.301	342.505	156	14.446.554	92.606	135	51.359.372	380.440	
Est.	Paris à la frontière de l'Est par la Marne	486	190.754.325	392.000	410	332.633.859	811.302	486	260.805.055	536.635	410	227.789.304	555.584	
Est.	Ligne de l'Est	432(1)	75.135.702	173.925	349	117.402.144	336.395	432	149.367.636	345.758	349	116.064.666	332.564	(1) Givet à Corre.
Est.	Du Rhône au Rhin	190	27.661.331	145.586	172	64.473.518	374.846	186	26.228.176	141.012	172	58.573.105	340.541	
Est.	De la ligne de l'Est au Rhône	163(2)	22.259.325	136.560	104	16.636.256	159.964	163	31.087.126	190.718	104	16.867.661	162.189	(2) Corre à Saint-Jean-de-Losne.
Est.	De la Marne à la Saône	77	13.322.595	173.021	56	21.012.096	375.216	77	15.591.276	202.484	56	21.889.280	390.880	
Centre et Sud-Est.	Seine, du Havre à Montereau	473	402.949.117	852.000	309	402.075.088	1.301.000	473	523.932.592	1.108.000	309	388.157.565	1.256.173	
Centre et Sud-Est.	Seine, à Montereau, à la Méditerranée	873	195.625.345	224.000	701	1.169.637.137	1.668.000	873	224.875.098	258.000	738	1.175.025.011	1.592.175	
Centre et Sud-Est.	De la Seine à la Loire	183	43.157.087	235.831	95	8.097.628	85.238	183	57.597.109	314.738	95	8.397.096	88.390	
Centre et Sud-Est.	De la Saône à la Loire et ligne latérale	378	139.105.447	368.000	347	149.400.074	430.000	378	183.447.973	485.312	347	146.009.427	420.776	
Centre et Sud-Est.	Lignes du Berry	323	67.051.657	207.590	295	101.052.289	342.550	323	79.054.402	244.750	295	92.962.711	315.128	
Midi.	Du Rhône à Cette	122	19.266.331	157.921	107	171.659.021	1.604.290	116	19.784.932	170.559	107	151.104.608	1.412.193	
Midi.	Océan à la Méditerranée	509	44.456.572	87.341	483	428.160.721	887.130	509	41.522.956	81.577	483	404.549.640	837.577	
Sud-Ouest.	Lignes du Sud-Ouest	221	5.491.265	24.847	204	53.345.288	261.496	221	7.142.586	32.319	204	47.965.504	235.125	
	TOTAUX	5.643	2.238.276.074	396.646	4.469	3.751.077.458	839.355	5.630	2.832.134.012	503.043	4.506	3.581.500.699	794.829	

Tableau B.

DÉCOMPOSITION DES TONNAGES TRANSPORTÉS PAR PETITE VITESSE EN 1885 ET 1887

DÉSIGNATION des RÉSEAUX	1885			1887			OBSERVATIONS
	LONGUEUR des LIGNES	TONNAGE KILOMÉTRIQUE	TONNAGE à distance entière	LONGUEUR des LIGNES	TONNAGE KILOMÉTRIQUE	TONNAGE à distance entière	
1° Lignes principales en concurrence avec la navigation intérieure.							
Nord.....	612	620.995.449	1.014.698	612	633.832.356	1.035.674	
Est.....	872	571.047.787	654.871	872	460.744.241	528.376	
Ouest.....	230	285.604.203	1.241.700	230	271.101.843	1.178.704	
P.-O.....	295	101.052.289	342.550	295	92.962.711	315.128	
P.-L.-M.....	1.438	1.674.805.100	1.164.677	1.438	1.649.615.688	1.147.160	
Midi.....	483	428.160.721	887.130	483	404.549.640	837.577	
État.....	204	53.345.288	261.496	204	47.965.504	235.125	
	4.134	3.735.010.837	903.486	4.134	3.560.771.983	861.338	
2° Lignes principales en dehors des directions desservies par la navigation intérieure.							
Nord.....	1.495	1.084.808.307	725.624	1.782	1.228.854.914	689.593	
Est.....	1.939	607.869.614	318.654	2.303	805.573.296	349.802	
Ouest.....	2.020	552.601.487	273.500	1.972	564.503.928	286.260	
P.-O.....	2.838	1.249.719.940	440.352	2.907	1.113.181.294	382.931	
P.-L.-M.....	3.055	1.455.660.902	476.485	3.350	1.509.104.250	450.479	
Midi.....	1.090	275.689.315	252.900	1.095	266.658.305	243.524	
État.....	733	107.804.514	147.000	1.121	187.901.001	167.620	
	13.170	5.334.154.079	401.226	14.530	5.675.776.988	390.625	
3° Lignes secondaires.							
Nord.....	1.314	73.463.674	55.900	1.103	69.965.938	63.432	
Est.....	1.191	63.818.063	53.500	1.177	57.634.005	48.967	
Ouest.....	1.970	78.664.576	39.900	2.175	94.052.239	43.242	
P.-O.....	2.274	147.681.242	64.900	2.640	146.730.685	55.580	
P.-L.-M.....	3.236	214.819.032	66.300	3.178	160.952.887	50.646	
Midi.....	1.015	52.708.406	51.900	1.079	51.571.249	47.795	
État.....	1.278	63.253.344	49.500	1.238	58.905.810	47.581	
	12.278	694.408.337	56.557	12.590	639.812.813	50.819	
Totaux par réseaux.							
Nord.....	3.421	1.779.267.430	520.102	3.497	1.932.653.208	552.660	En 1885, les lignes principales constituent 58 % du réseau et reçoivent 93 % du trafic kilométrique.
Est.....	4.002	1.242.735.464	310.529	4.352	1.323.951.542	304.217	
Ouest.....	4.220	916.870.266	217.268	4.377	929.658.010	212.396	
P.-O.....	5.407	1.498.453.471	277.132	5.842	1.352.874.690	231.577	
P.-L.-M.....	7.729	3.345.285.034	432.822	7.966	3.319.672.825	416.730	En 1887, elles forment 60 % du réseau avec 93.5 % du trafic kilométrique.
Midi.....	2.588	756.558.442	292.333	2.657	722.779.194	272.028	
État.....	2.215	224.403.146	101.311	2.563	294.772.315	115.011	
	29.582	9.763.573.253	330.051	31.254	9.876.361.784	316.003	

M. Frédéric PASSY

Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, à Neuilly-sur-Seine.

LA MACHINE HUMAINE

— Séance du 18 septembre 1891 —

Je m'étais proposé de faire, à la Section d'Économie politique, au cours du Congrès de Marseille, une couple de communications verbales. A mon grand regret, je ne le puis. Je demande la permission de me faire représenter au moins par quelques pages.

Le premier sujet que je comptais aborder avait été inscrit au programme de la Section sous ce titre : *La machine humaine*. Ce n'est pas la première fois que j'emploie cette expression. J'ai été, il y a une quinzaine d'années très attaqué pour avoir dit dans une conférence que nous sommes des machines et des machines de valeur très inégale. Les unes, consommant beaucoup et rendant peu, les autres rendant davantage et consommant moins. Quel blasphème, disait-on, de comparer la flamme subtile de la vie à la combustion grossière de la houille ou du bois, et de faire de l'homme comme une sorte de chaudière plus ou moins imparfaite! Je ne me cache pas d'être spiritualiste et je crois qu'il y a en l'homme autre chose que le jeu matériel de ses organes; il y a ce je ne sais quoi qui constitue, indépendamment de nos organes, parfois incomplets et mutilés, notre personnalité propre, et qui, tout en subissant, dans une certaine mesure, le poids de leurs imperfections, leur commande. Il y a, si l'on me permet cette expression, le conducteur de la machine; mais il y a la machine. Et, sans que pour cela, parfois, le conducteur en lui-même en vaille plus ou moins, incontestablement la qualité de l'appareil dont il dispose influe dans des proportions considérables sur les résultats qu'il lui est possible d'en obtenir. Le meilleur cavalier avec un mauvais cheval ne pourra jamais fournir qu'une course médiocre, et le plus habile chauffeur, avec une locomotive défectueuse ou avariée, risquera de rester en chemin.

On ne saurait donc trop se préoccuper d'améliorer, autant qu'il est possible, la machine que nous sommes. N'est-ce pas elle qui est la mère de toutes les autres? On ne saurait trop s'appliquer à éviter dans son fonctionnement les frottements inutiles, les résistances, les chocs et à

réduire au minimum les fuites par lesquelles se perdent à toute heure, sa force et sa puissance.

Insister sur ce point, montrer que l'ignorance, la paresse, l'intempérance et la débauche sont autant d'atteintes portées à toute heure à la valeur de notre machine individuelle, que les luttes, les compétitions, les violences, soit privées, soit publiques, aboutissent à des annulations de force et souvent à des destructions sans remède, ce serait prendre une peine inutile, c'est l'évidence même. Mais montrer par des exemples quelle est l'étendue des progrès possibles, faire mesurer par des chiffres les différences de rendement qui correspondent à des degrés différents de perfectionnement de l'outillage humain et de la façon de s'en servir, c'est assurément l'une des manières les plus pratiques et les plus efficaces d'exciter l'émulation et de soutenir l'activité. C'est à ce point de vue que j'ai cru utile de reproduire et de commenter rapidement quelques chiffres empruntés aux annales de l'une des Sociétés industrielles de notre pays. On pouvait lire, en 1873, dans le compte rendu des concours ouverts par la Société industrielle d'Elbeuf, que six chauffeurs, *ayant tous fait preuve d'une véritable science dans la conduite de leurs foyers*, avaient été admis à se disputer le prix. Les résultats paraissaient satisfaisants; les différences cependant restaient considérables : le premier avait vaporisé 5^k,96 d'eau par kilogramme de houille consommé, le dernier 4^k,50 seulement.

Deux ans plus tard, en 1875, les chiffres étaient pour six nouveaux concurrents : 7^k,20, 7^k,35, 7^k,50, 7^k,57, 7^k,66 et 7^k,67. N'est-on pas frappé, à première vue, d'abord de l'augmentation des chiffres ; ensuite et surtout de la diminution des écarts?

En 1873, la différence entre le premier et le dernier est de 30 0/0; en 1875 elle est réduite à 6 0/0. En même temps la quantité moyenne de vapeur obtenue est de plus de 40 0/0 plus forte.

40 0/0 de production de force de plus avec la même dépense de combustible, ou 40 0/0 de dépense de moins pour la même production de force, quelle amélioration dans la condition de l'industrie et dans celle de l'humanité! Et à quel prix ce prodigieux changement avait-il été obtenu ? Au prix de certains perfectionnements sans doute dans les foyers, au prix aussi de plus d'intelligence, d'expérience et d'attention dans la façon de s'en servir et d'utiliser le combustible.

Or, ce que nous obtenons du rendement des machines mortes, comment ne l'obtiendrions-nous pas, si nous savions nous y prendre, du rendement de ces machines vivantes que nous sommes? Et si nous ne l'obtenons pas, quelle peut en être la cause? C'est évidemment que nous ne faisons pas ce qu'il faut pour les améliorer, c'est que l'éducation, qui est la formation de l'homme, est demeurée à beaucoup d'égards, imparfaite et routinière, c'est que les aptitudes intellectuelles, les qualités morales

surtout qui sont comme la source même de la force vive que nous mettons en œuvre, n'ont pas été développées comme il convenait ; c'est que, si d'un côté nous avons accru par la science la puissance de nos efforts, d'un autre côté, nous avons réduit, par l'affaiblissement de notre énergie ou par le mauvais emploi de notre temps et de nos ressources, le résultat utile. Nous avons fait, nous faisons tous les jours comme un mécanicien qui, en même temps qu'il développerait la production de vapeur, multiplierait les fuites par lesquelles cette vapeur s'échappe en pure perte. C'est aussi que, sous prétexte de rendre la vie moins difficile à certaines catégories de producteurs et de les mettre à l'abri des difficultés de la lutte, on semble, depuis un certain temps, ne songer qu'à affaiblir notre initiative en nous entourant de plastrons de toute sorte pour nous empêcher de sentir l'aiguillon de l'émulation. On veut nous débarrasser de la concurrence de nos voisins ; on nous prive à la fois et du bénéfice de leur exemple et du partage des produits de leur travail et de leur sol. C'est en vérité comme si l'on avait dit aux chauffeurs d'Elbeuf : Ne vous préoccupez pas de ce que font les autres ; menez vos foyers comme bon vous semblera ; quoi qu'il arrive, vous aurez le prix, car personne ne sera admis à vous le disputer. Ils seraient restés impassibles et immobiles dans leur routine et aucun d'eux n'aurait appris à consommer un gramme de combustible de moins ou à produire un gramme de vapeur de plus. Le concours, c'est-à-dire la lutte et la liberté, les a fait avancer tous ensemble, et le dernier, à deux ans d'intervalle, s'est trouvé supérieur de beaucoup à ce qu'était auparavant le premier. C'est l'image du grand et incessant concours auquel sont appelés tous les peuples dans l'éternelle lutte pour le développement de leurs richesses et de leur bien-être ; dans l'éternel combat contre la misère et la faim qui les pressent encore. Le prix offert à tous et dont tous sont appelés à avoir leur part, c'est l'amélioration de la condition générale. Nul ne sait dans quelles limites cette amélioration est possible ; mais, pour qu'elle se réalise, il faut commencer par ne pas la mettre en interdit par des restrictions et des entraves de toutes sortes. Sous prétexte de protection, nous ne faisons pas autre chose que d'étouffer à plaisir le foyer de la machine humaine.

M. Henri BOURGERY

ancien Notaire, à Nogent-le-Rotrou.

SUR UN LIVRET D'ÉTAT CIVIL OBLIGATOIRE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Iᵉʳ. — Idée d'un livret d'état civil

La naissance, le mariage, le décès, ces trois étapes du chemin ordinairement parcouru par toute existence humaine, sont en France marquées au moyen d'actes dressés par des fonctionnaires nommés officiers de l'État civil.

Ces actes constituent les feuillets toujours ouverts de trois importants chapitres, entre lesquels viennent s'intercaler d'autres secondaires, mais dont l'ensemble forme le livre de la vie individuelle du citoyen.

Or, par un inconcevable oubli du législateur français, aucun point d'attache ne relie entre elles ces diverses feuilles éparses.

De là est née l'idée d'un livre de la vie humaine, plus justement appelé, en raison de l'exiguïté de son format et surtout du petit nombre de matières à y insérer, *Livret de l'état civil* du citoyen français.

§ II. — Son utilité

La population va sans cesse s'accroissant, les moyens de communication sont plus nombreux, plus rapides, à meilleur compte ; en outre, un mouvement irrésistible porte les peuples vers les grands centres ; aussi combien est devenu considérable le nombre des gens inconnus allant et venant sans cesse, changeant tour à tour de maison, de ville, de contrée, et comment, par suite, établir d'une manière irréfragable l'identité de chacun des filaments de ce réseau humain qui va toujours s'élargissant?

Or, comme, en réponse à cet envahissement, aucun nouveau nom de famille ne peut légalement se créer, une certaine confusion doit forcément résulter de cette plus fréquente similitude de noms ; la variété des prénoms se meut elle-même dans d'étroites limites, et la mode, qui se glisse partout, contribue à ce résultat pour une si large part que bientôt des générations entières d'enfants de même sexe porteront le même prénom ;

il devient donc nécessaire pour chacun de posséder un certificat d'identité le mettant à l'abri de toute erreur.

Si, actuellement, les *Martin*, les *Durand*, les *Lefebvre* constituent des légions entières dans chaque ville prise isolément, qu'adviendra-t-il alors dans les temps à venir !

Un heureux hasard a, dès le début et fort à propos, fait varier les noms de famille au point d'en créer pour ainsi dire de complètement nouveaux ; il s'agit de la modification introduite à la longue dans leur orthographe primitive : ainsi des *Lefebvre* ont supprimé le *b* comme gênant ; d'autres, se basant sur l'antique similitude des lettres *v* et *u*, se sont appelés plus tard Lefebure, puis il y a eu des Fèvre, des Febvrier, et de même pour quantité d'autres noms ; mais ce qui a pu être fort utile lors de l'établissement des premiers actes de l'état civil en imaginant d'ingénieuses variétés dans des noms de même genre offre aujourd'hui de graves inconvénients auxquels il est indispensable de porter remède, car quoiqu'à un degré moindre, les noms de famille subissent encore de continuels changements, livrés, comme ils le sont, sans aucun contrôle, aux fantaisies orthographiques des secrétaires de mairie.

Ainsi, création d'une pièce d'identité d'importance capitale ayant en outre pour résultat de fixer d'une manière immuable l'orthographe des noms de famille, tel serait le premier effet du livret d'état civil ; or, il n'est personne qui ne sache combien d'ennuis, de retards et de frais occasionnent les rectifications à faire aux pièces d'état civil erronées, et, dans bien des cas, une première erreur rectifiée ne met pas toujours le titulaire à l'abri d'erreurs subséquentes.

De la naissance au mariage, il ne s'opère que peu de changements dans l'état civil des personnes et c'est dans la deuxième période du mariage au décès qu'ils surviennent plus nombreux ; quant à la troisième et dernière période, elle se composerait de l'unique et final chapitre du décès, fermé dès l'instant même où il vient de s'ouvrir.

Au point de vue judiciaire et administratif, les avantages seront considérables.

Le crime de bigamie, très rare autrefois, mais devenu fréquent par suite du rétablissement du divorce, crime qui repose uniquement sur une tenue défectueuse des registres de l'état civil, ne pourra plus désormais se commettre.

Le danger résultant de cet acte de naissance mis, en vertu des dispositions de l'article 45 du code, à la disposition du premier venu qui en requiert copie, et dont on peut faire un usage indéfini pour les besoins d'une cause quelconque puisque le décès du titulaire n'y est jamais constaté, sera considérablement diminué, si ce n'est même totalement écarté ; on ne verra plus autant de ces condamnations prononcées sous des noms

d'emprunt, et causées par l'usage fait dans un but criminel de cette importante pièce d'état civil..

Quel puissant auxiliaire pour la justice dans sa recherche de la vérité serait donc ce certificat d'identité, unique en son genre et absolument nouveau, et quelles garanties de sécurité personnelle seraient ainsi offertes à l'immense majorité qui compose la France des gens honnêtes !

Pour les besoins de la statistique administrative, pour la confection des listes électorales politiques et municipales, pour le recensement, pour l'établissement des rôles des diverses contributions, chez le contrôleur, le percepteur, le conservateur des hypothèques, au Trésor, enfin dans toutes les administrations publiques ou privées, on obtiendra, au moyen de ce nouveau livret, en raison de ses précieuses indications et ce pour le plus grand profit du contribuable, des renseignements utiles et d'une rigoureuse exactitude.

Pour la remise des lettres par la poste à leurs réels destinataires, par exemple, un nom de commune suivi d'un numéro accompagnant sur la suscription de la lettre le nom de la personne à laquelle la lettre est adressée suffira pour éviter toute erreur involontaire.

Il faut songer aussi que les jugements rectificatifs de l'état civil, les notoriétés, les certificats d'identité, enfin toutes ces innombrables pièces exigées par les administrations publiques ou autres n'auront plus leur raison d'être, évitant ainsi aux intéressés des pertes de temps et d'argent.

Enfin, une mesure si simple destinée à empêcher l'accomplissement de crimes et de délits tels que celui déjà rappelé de *bigamie*, ceux de *substitution de personnes, faux, fraudes en matière d'héritage, suppression d'enfants*, etc., etc., rendra un service immense à la société, dont le rôle, à l'exemple du bon père de famille, doit être de s'attacher bien plus à empêcher les fautes qu'à les punir.

§ III. — De la tenue du livret et de ce qu'il devra contenir

La conception première d'un livret d'état civil revient sans conteste à Émile de Girardin. L'éminent publiciste, le prince des journalistes, dont la fertile imagination enfantait, ainsi qu'il aimait à s'en vanter lui-même, chaque jour une idée nouvelle, avait lancé, parmi tant d'autres, plus ou moins réalisables, l'idée d'un *livre d'inscription de vie;* mais son éloquent appel demeura sans écho et son projet de réforme sommeilla durant de longues années, lorsqu'en 1880 le Sénat eut à examiner une pétition demandant l'établissement d'un *casier civil*, ainsi dénommé par analogie avec le *casier judiciaire*. Depuis cette époque, à des intervalles divers, de semblables propositions ont surgi, soit devant

les Chambres, soit devant l'opinion publique, dans les journaux ou dans des recueils spéciaux.

Le moindre des défauts de ces diverses conceptions était celui d'apporter à la tenue de ce casier civil de sérieuses difficultés et de grandes complications. On voulait en faire comme une sorte de registre hypothécaire (la tenue en était confiée aux conservateurs des hypothèques) constatant toutes les mutations de l'individu et où, en dehors des actes de l'état civil proprement dit, se fussent inscrits les contrats de mariage, les absences, les nominations à des fonctions emportant hypothèque légale, les tutelles légales, datives, testamentaires, l'interdiction, le conseil judiciaire, les séparations de corps et de biens, etc., etc.... l'aspect de ce casier eût ainsi perpétuellement varié, la plupart de ses indications étant, comme les hypothèques, appelées en bien des cas à disparaître et reparaître successivement ; en effet, l'on n'est pas toujours fonctionnaire ni tuteur, et l'interdiction, le conseil judiciaire, la séparation de biens peuvent fort bien n'avoir qu'une durée temporaire.

Il est essentiel de ne demander à ce livret qu'un nombre restreint d'indications limitées aux seuls actes de l'état civil qui soient, de leur nature, incommutables.

Le *Livret d'état civil* ne devra donc contenir, d'une façon absolue, que les mentions suivantes : *la naissance ; le désaveu de paternité; la reconnaissance d'enfant naturel ; l'adoption* (pour l'adopté et l'adoptant) ; *la naturalisation ; l'option de nationalité ; les autorisations de changement de nom ; les rectifications judiciaires ; le mariage ; le divorce ; la naissance et le décès des enfants ; le décès du conjoint ;* enfin *le décès du titulaire.*

Réduit à ces seules et importantes indications, que doivent déjà pour la plupart renfermer les marges désormais trop étroites des actes de naissance ou de mariage, le *Livret d'état civil* pourra être tenu avec une régularité parfaite. L'innovation ne consiste guère qu'à adjoindre à l'acte de naissance d'une personne ceux de mariage et de divorce, les actes de naissance et de décès des enfants, l'acte de décès du conjoint prémourant et l'acte de décès du titulaire.

§ IV. — Des moyens pour assurer le bon fonctionnement du livret

Pour arriver à un bon fonctionnement de ce livret d'état civil, il faudra tout d'abord que les actes de naissance, dans chaque commune, soient pourvus d'un numéro immuable et se continuant par ordre numérique d'année en année, ensuite que ces actes soient dressés sur un papier de dimension plus grande que celle actuelle, afin de pouvoir ménager à la suite de chaque acte un certain nombre de cases numérotées à la façon des registres de l'administration de l'enregistrement et destinées à recevoir les

mentions des divers changements qui plus tard pourront s'opérer dans la vie civile du titulaire, changements strictement limités, bien entendu, à ceux seuls dont l'énumération vient d'être faite.

Une reliure mobile pour ces actes de naissance les classerait par année et aurait, comme grand avantage pour le cas où le nombre des cases uniformément prévues serait insuffisant, de pouvoir intercaler une feuille complémentaire ; il serait en outre, et dès le moment même de la confection de l'acte de naissance, délivré à qui de droit, et sur un papier suffisamment résistant, une copie ou plutôt un double exactement semblable à cet acte de naissance, avec tous ses casiers, et c'est la remise de cette pièce peu compliquée qui constituerait pour le titulaire son *livret d'état civil*, dont il ne devra jamais se séparer au cours de son existence, et sur lequel il sera tenu, dans l'avenir, de faire mentionner, au fur et à mesure qu'elles se présenteront, toutes les mutations prescrites par la loi ou les règlements administratifs.

Quant aux mutations, elles s'opéreraient par le moyen d'un système de renvois de mairie à mairie, comme cela a lieu pour l'enregistrement de bureau à bureau dans toute la France ; ainsi, par exemple, à la mairie du lieu où se célébrera un mariage on commencera, sur chacun des livrets des conjoints, dans les cases à ce destinées, par mettre la mention du mariage; puis des feuilles de renvoi seraient adressées : 1° à la mairie du lieu de naissance de l'époux ; 2° au greffe du Tribunal civil de l'arrondissement de ce lieu de naissance ; 3° et au juge de paix du canton dont il dépend, soit trois renvois concernant l'époux, de même aussi trois renvois répondant au même but pour l'épouse.

Les juges de paix de chaque canton et, dans les villes divisées en plusieurs cantons, le juge de paix du canton dans lequel se trouve placé l'hôtel de ville, auraient un registre répertoire où seraient inscrites, jour par jour et au fur et à mesure de leur provenance, toutes les mutations concernant les communes de leur ressort ; ils seraient en conséquence spécialement chargés de veiller à ce que les mutations soient régulièrement faites, pouvant même au besoin, à l'aide de leurs répertoires, réparer les omissions.

Il est parfaitement inutile d'indiquer ici les moyens propres à assurer le fonctionnement avec une régularité pour ainsi dire mathématique de ce nouveau système, ceci regarde l'administration qui s'entend fort bien à tout cela ; mais, s'il devenait nécessaire d'édicter des pénalités pour vaincre les mauvais vouloirs intéressés ou non, il serait peut-être juste en échange d'allouer aux mairies, greffes de tribunaux civils et de paix de légères indemnités qui permettraient d'exiger de ces diverses administrations une exactitude absolue et l'abandon de toute négligence.

§ V. — Du caractère obligatoire a imposer au livret d'état civil

Le point le plus délicat de cette réforme, n'ayant rien de révolutionnaire, dans la tenue des actes de l'état civil et dont la majeure partie pourra s'accomplir par simples décrets administratifs, résidera assurément dans le caractère obligatoire à imposer concernant la possession constante de ce nouveau livret entre les mains de son titulaire; il sera nécessaire qu'une loi intervienne pour forcer chaque citoyen à en faire la représentation immédiate à tout agent de l'autorité compétente.

On arrivera facilement à ce but en donnant à ce livret une importance telle qu'il constituera une pièce indispensable en toute circonstance de la vie; de cette manière chacun aura le plus grand intérêt à sa conservation; on ne le perdra pas plus facilement que l'on ne perd un livret de la Caisse d'épargne ou un livret militaire dont la perte peut coûter à son propriétaire négligent quelques jours de prison.

La représentation de cette pièce serait exigée dans toutes les administrations, aux mairies pour tous les actes de l'état civil, aux Caisses d'épargne, à la poste, à l'enregistrement, chez le contrôleur des contributions directes, au Trésor, etc., etc.; enfin chez le notaire qui ne pourrait, sous peine d'amende, énoncer la comparution d'une partie dans un acte quelconque (sauf en de rares exceptions de force majeure, comme en cas de testament pressé, par exemple) sans relater le numéro et le lieu d'origine du livret d'état civil de la personne et sans déclarer que ce livret lui a été représenté.

Cette mesure revêtant un caractère général essentiellement démocratique ne ressemblera en rien à cette exception que créait le livret d'ouvrier pour certaines catégories de personnes, ce qui l'a rendu si impopulaire.

Au résumé, cette institution d'un *Livret d'état civil obligatoire* n'apporte aucune innovation aux choses existantes, si ce n'est la possession constante de cet acte de naissance dont on a si souvent besoin et qui contiendra de plus à sa suite tous les chapitres de la vie civile du Français, acte qui ne pourra plus être désormais délivré qu'à l'*intéressé lui-même* ou aux autorités compétentes et sur réquisition; dans tous les autres cas, la délivrance d'une expédition de l'acte de naissance se fera sans les mentions inscrites aux cases à la suite, à moins qu'elles ne soient de la nature de celles que les jugements des tribunaux ordonnent d'inscrire en marge.

On peut affirmer aussi que l'opinion publique est toute préparée pour l'adoption de cette utile réforme; car, à propos du dernier recensement, un organe considérable de la presse populaire, le *Petit Journal*, a, dans son numéro du 16 avril 1891, traité cette question du *Livret d'état civil*

obligatoire en la recommandant d'une façon toute particulière à l'attention des Chambres, et le retentissement dû à cette entrée en campagne fut tel que presque tous les journaux de la province se sont, à tour de rôle, emparés de la question en la préconisant d'une façon toute spéciale et en formulant des vœux pour sa prompte adoption par les pouvoirs publics.

M. M. MOREL

à Marseille.

RÉFORME DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

— Séance du 21 septembre 1891 —

... En résumé, nous avons considéré comme un devoir de faire ressortir au cours de cette session « fin de siècle » de l'*Association française pour l'avancement des sciences*; que, depuis le commencement du siècle, les progrès réalisés dans l'ordre scientifique par l'initiative privée : chemins de fer, télégraphe, téléphone, transport de la force par l'électricité, etc..., sont bien supérieurs aux progrès faits par l'État dans l'ordre social, surtout en ce qui concerne l'*Assistance publique*, qui est mal comprise, mal faite et insuffisante.

Il y a quelque temps déjà, l'autre hiver, les journaux ont mentionné que dans le département de la Vienne, à Puy-Imbert, près de Limoges, une mère affolée par la misère et les privations, pour mettre un terme aux souffrances de ses cinq petits enfants, qui mouraient de faim, les étouffa, les uns après les autres, et fut empêchée, par force, de se détruire elle-même. Cette malheureuse gagnait *6 sous* par jour! Le mari ne travaillait plus depuis trois mois, l'ouvrage lui manquant. Les secours des voisins, du Bureau de bienfaisance étaient devenus insuffisants...

Dans les longs mois de l'hiver, les victimes de la faim, du froid se dénombrent par milliers. Cette lugubre statistique figure inaperçue dans les faits divers des journaux. Ces drames affreux se passent — éclairés quelquefois... par la lumière électrique — dans l'Europe civilisée ! et même en France où les richesses territoriales sont évaluées à 400 milliards.

Nous redisons ici, ne doutant pas de trouver un écho intelligent et puissant dans vos cœurs, que, à l'heure présente, il serait immoral et imprudent... d'admettre que, tandis que le progrès offre aux gens riches

des *sleeping-cars* sur les chemins de fer... des palais dans les villes... les pauvres gens soient laissées sans secours... sans abris!...

Il n'y a plus un jour à perdre pour réorganiser radicalement l'assistance publique, pour organiser l'*Assistance par le travail*, il s'agit de prélever sur un budget de quatre milliards!... quelques millions... quelques centaines de mille francs, pour faciliter aux hommes laborieux, mais sans travail, les moyens d'aller aux colonies utiliser au centuple leur énergie et leur bonne volonté, au lieu de rester à la charge de la Métropole.

Il s'agit... de vouloir cette réforme urgente qui sera donc réalisée, dans un bref délai, par le concours de votre patriotisme, de votre expérience et de votre savoir.

M. le Dr Adrien SICARD

Délégué de la Société de Statistique de Marseille.

LES ATELIERS D'AVEUGLES A MARSEILLE

— Séance du 19 septembre 1891 —

Lorsque l'on réunit à Paris, en 1878, un Congrès universel pour l'amélioration du sort des aveugles, nous avons prouvé, dans un Mémoire qui lui fut soumis, que les aveugles étaient aussi aptes que les autres hommes à recevoir l'éducation professionnelle.

A cette époque, l'on parlait surtout de l'éducation considérée au point de vue physique et moral, mais l'on oubliait trop le côté pratique, c'est-à-dire le relèvement des aveugles par un travail rémunérateur.

Cette lacune se trouve comblée aujourd'hui et la ville de Marseille a le droit de dire qu'elle possède dans son sein un établissement unique portant pour devise : *Pour les aveugles et par eux-mêmes.*

La Société marseillaise des Ateliers d'aveugles fut fondée, dans l'année 1882, par des hommes d'études et de progrès, qui désiraient venir en aide aux aveugles, non seulement sortis de l'établissement du vénérable abbé Dassy, qui ne pouvaient vivre de leurs talents musicaux, mais encore à tous les déshérités de la fortune qui, par cette infirmité, se trouvaient obligés de mendier dans les rues.

Des statuts furent élaborés, des souscriptions nombreuses vinrent en aide à notre œuvre et l'autorisation préfectorale, non seulement lui fut

accordée, mais la ville de Marseille et le Conseil général du département souscrivirentun encouragement à cette fondation.

Le Conseil d'administration se compose de vingt à trente membres élus pour trois ans par l'Assemblée générale ; le renouvellement du Conseil a lieu tous les trois ans par tiers ; les membres sortants sont rééligibles. Il nomme, chaque année, un président, deux vice-présidents, le secrétaire général et le trésorier.

Tous les mois, réunion du Conseil ; l'Assemblée générale se convoque tous les ans ; d'après le règlement intérieur, une partie des membres du Conseil s'assemble tous les jeudis pour arrêter les comptes, etc., mais aucune dépense ne peut être faite sans l'assemblée mensuelle du Conseil.

La première année, le Conseil d'administration a élu pour président un homme de cœur, de progrès et de charité, nous avons désigné M. Émile Arnaud, que nous avons encore le bonheur de voir à la tête de l'œuvre; il est secondé comme secrétaire général par M. le docteur Nicati, un pilier de l'œuvre, entourés d'administrateurs pleins de zèle et de bonne volonté; l'institution devait prospérer.

Les commencements furent difficiles, l'on était obligé d'avoir recours à des maîtres voyants pour faire l'apprentissage de nos aveugles; grâce à la bienveillance de ces maîtres, l'on pouvait, dans la troisième Assemblée générale du 27 mars 1884, annoncer que des aveugles allaient remplacer les voyants.

M. Hugues (aveugle), l'un de nos élèves qui remplit encore aujourd'hui avec zèle et intelligence ces délicates et pénibles fonctions, fut nommé à la direction des ateliers et du magasin de vente, au siège de la Société installée en principe rue du Village, 57, transporté pour toujours au boulevard de la Corniche, grâce au don de M. J.-B. Gairard.

Les moniteurs de la vannerie et de la brosserie furent les aveugles Arnal et Amadéo ; nous les trouvons encore aujourd'hui à leur poste qu'ils remplissent à la satisfaction générale.

C'est à Mlle Adélaïde Cornillon que l'on confia la direction des ateliers des femmes ; elle s'est mariée avec M. Amadéo, directeur de l'atelier de brosserie. Après avoir rendu de grands services à notre œuvre, elle l'a quittée cette année pour prendre une position plus lucrative et moins gênante.

Nous constatons, dans l'année ci-dessus désignée, que nous avons dans nos ateliers trente élèves, et que l'élément voyant tend à disparaître.

Les ateliers de cannage, de rempaillage de chaises, et celui de la confection des chaussons, travail des femmes, sont prospères; quant aux hommes, la paillassonnerie, la vannerie, la brosserie, donnent des rendements.

Les travaux de nos ouvriers ont mérité à notre œuvre, dans l'Exposi-

tion d'Économie domestique faite au château des Fleurs par la Société protectrice de l'enfance, un diplôme d'honneur et la médaille du ministre de l'Intérieur.

Nous vendons à l'extérieur, grâce au zèle de nos administrateurs, au syndicat d'exportation des charbons français et à M. Ravel, aveugle, chargé de la vente dans la ville.

En 1884, la vannerie prend de l'extension, les paniers à charbon, ceux à poissons et à bonbonnes sont rémunérateurs ; la sparterie, à laquelle l'on vient d'ajouter la fabrication des paillassons tressés au métier, celle des gazonnés et des couffins donnent un gain convenable.

Les femmes sont occupées à faire la tresse en sparterie, le rempaillage des chaises fines et ordinaires, plus le cannage ; ces produits sont considérés comme supérieurs aux travaux des voyants, aussi la mairie et l'asile des aliénés accordent leur fourniture à notre œuvre; l'on abandonne le chausson, il n'est pas rémunérateur.

Grâce à nos administrateurs, l'on est parvenu à trouver les moyens d'acheter les matières premières de la brosserie dans de meilleures conditions et les brosses à laine pour fabriquer des draps ont été, à l'usage, reconnues supérieures au type que l'on nous avait fourni, car elles ont duré un tiers plus longtemps que celles des voyants.

C'est grâce à la caisse de notre président, qui est toujours ouverte à l'œuvre, que l'on a pu améliorer l'achat des matières premières.

Une Exposition universelle de l'industrie a eu lieu à Nice ; la Société des Ateliers d'aveugles, suivant l'exemple de celle de Paris, s'est présentée au concours ; bien lui en a pris, car elle obtient une médaille d'argent, pour l'exposition des produits de tout genre sortant de ses ateliers.

Le rapport du Conseil d'administration de l'année 1886-1887 constate que la direction effective et totale des ateliers confiée à M. Hugues, aveugle, marche on ne peut mieux ; c'est lui qui dirige les relations avec les fournisseurs et la clientèle, il établit les prix de revient sur les prix de vente, il a dressé l'inventaire de fin d'année, établi tous les documents de la comptabilité qui, faite par l'aveugle, est mise en règle par un voyant.

Nous remarquons, dans le rapport des ateliers présenté par M. Hugues, que la vannerie prend de l'extension, grâce aux commandes de la Compagnie de navigation transatlantique ; l'on vient de joindre à la brosserie un atelier de placage confié à la direction d'un aveugle, M. Giecco.

Quant à la sparterie, nous enregistrons avec plaisir son rendement dû aux commandes des fabricants de savon et à celles de la Compagnie des Transports maritimes.

L'on vient d'ajouter aux travaux des ateliers de femmes la fabrication des scourtins ; la chaiserie est en grande activité grâce au service des

écoles, de la mairie, des sœurs de Saint-Vincent-de-Paul et de divers autres établissements.

Dans la sixième année de leur existence, les ateliers prospèrent de plus en plus, car nous avons établi un magasin de détail, rue Paradis, 33; ce local a été mis gratuitement à la disposition de l'œuvre par M. Émile Barlatier, que l'on ne saurait trop remercier de ce don généreux; c'est un aveugle, M. Vial, qui tient les comptes et fait la vente.

Nous avons des bourses d'apprentissage : l'une du département du Var, l'autre par un bienfaiteur de son pays, M. Léon Richard, de Tournon; elles sont de 300 francs et il en faut 600 pour l'entretien d'un aveugle étranger à notre ville; il serait donc à souhaiter que l'on fondât des bourses complètes.

L'apprentissage commence par la brosserie, c'est là que l'on juge de l'aptitude des élèves ; vient ensuite la sparterie, la chaiserie et la vannerie. Tout apprenti qui veut avoir une éducation complète doit séjourner six mois à la brosserie, une année ou dix-huit mois à la sparterie et au moins trois ans à la vannerie, soit en tout cinq ans d'apprentissage.

Un subside de 1 franc par jour est accordé aux apprentis dès leur entrée dans les ateliers; il s'augmente du produit de leur travail.

Nous sommes en 1888, dans l'Assemblée générale du 6 décembre, M. Gairard fait don à perpétuité, à la Société marseillaise des Ateliers d'aveugles, d'un magnifique immeuble qu'il a fait construire sur un terrain lui appartenant et spécialement disposé pour des ateliers d'aveugles. *La charité par le travail*, telle est la devise de ce généreux donateur.

Cette séance spéciale fut solennelle. M. le Président de la République avait délégué officiellement un des fonctionnaires de l'Assistance publique, comme marque de l'intérêt qu'il portait à notre œuvre ; M. le docteur Napias, inspecteur général de l'Assistance publique, fut choisi pour remplir cette mission. Toutes les autorités civiles et militaires, les consuls des puissances étrangères et maintes autres personnes assistèrent à cette inauguration et visitèrent les ateliers.

Le Conseil d'administration, heureux de pouvoir offrir à M. Gairard un témoignage de sa gratitude, s'était cotisé pour faire fondre en bronze le buste de notre bienfaiteur, qui ornait la salle du Conseil, et les aveugles eux-mêmes, par le moyen d'une collecte, ont fait graver une plaque de bronze qui a été placée sur la porte d'entrée du vestibule ; elle porte la suscription suivante :

Ce bâtiment a été construit en 1888 et donné par M. Jean-Baptiste Gairard, pour servir perpétuellement aux ateliers d'aveugles ; les aveugles de l'établissement, voulant perpétuer le souvenir de ce bienfait, se sont cotisés pour ériger cette plaque en témoignage de leur parfaite reconnaissance.

M. Hugues, directeur des ateliers, entouré de tout son personnel, hommes et femmes, offrit ce témoignage de gratitude des aveugles au généreux donateur.

Dans l'Assemblée générale de 1889 nous demandons au gouvernement de nous accorder la reconnaissance d'utilité publique ; cette demande est accueillie favorablement par le Conseil d'État.

M. le ministre de l'Intérieur, voulant témoigner sa bienveillance pour nos ateliers d'aveugles, crée une bourse d'apprentissage, 600 francs ; la ville de Marseille, deux demi-bourses ; les départements du Var, du Gers et de l'Ardèche entretiennent chacun un boursier.

Le rapport du directeur prouve que tous nos ateliers sont en état de progression.

Notre généreux bienfaiteur, M. Gairard, fait don d'un kiosque que l'autorité municipale marseillaise nous permet de placer gratuitement, au boulevard du Muy.

Tout marche de mieux en mieux, nous parvenons à la fin de l'année avec un léger déficit de 3.000 francs, couvert par un concert qui nous a été offert gratuitement par nos bienfaiteurs et bienfaitrices.

M. Gairard, notre ange tutélaire, vient de doter la Société d'un logement pour les ouvriers ; ces deux maisons, situées rue Charras, 7 et 9, tout près des ateliers, sont installées de façon à pouvoir loger onze ménages et neuf célibataires ; pour couvrir les frais des contributions, d'assurances, etc., l'on paye la somme de 4 francs par mois par ménage et celle de 2 francs pour les célibataires.

La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale vient d'accorder à nos ateliers une médaille de bronze et 1.000 francs sur le prix d'Aboville.

N'ayons garde d'oublier le dévouement de M. le docteur Dussaud qui, depuis la fondation de la Société, soigne gratuitement les malades, secondé qu'il est par plusieurs pharmaciens de notre ville.

Depuis la fondation de la Société marseillaise des Ateliers d'aveugles, il est entré dans nos ateliers 63 hommes et 23 femmes ; nous avons actuellement 26 apprentis ou ouvriers du sexe masculin et 12 femmes. Parmi ceux qui sont sortis, la plupart ont trouvé des travaux rémunérateurs ; mais, il est triste de le dire, un petit nombre préfère mendier que travailler, prétendant qu'il y a plus de gain !

Le Congrès pour l'avancement des sciences voudra bien visiter nos ateliers, il se persuadera que les temps sont passés où l'on pouvait appliquer ce proverbe de Bovili au XVI^me^ siècle :

Ung aveugle bien ne sçauroit destouiller fil et bien mettre droict.

M. E. HUBOU

Ingénieur civil des Mines, à Paris.

DE L'ÉTABLISSEMENT DES PORTS INTÉRIEURS EN FRANCE ET DE L'INFLUENCE, AU POINT DE VUE COMMERCIAL, DE LA JONCTION DES CANAUX ET RIVIÈRES AVEC LES CHEMINS DE FER

— Séance du 21 septembre 1891 —

Depuis quinze ans, les ports maritimes, les chemins de fer, les voies navigables se sont considérablement agrandis au grand profit de l'industrie des transports et du commerce général de la France.

Le grand programme de travaux publics voté par les Chambres en 1879, sur l'initiative de M. de Freycinet, a reçu l'exécution la plus compatible avec les conditions financières du Trésor et s'achève sûrement; notre outillage national est donc ou va être à peu près complété.

Seul, un point a été laissé de côté dans ce remarquable programme et, à notre avis, les dépenses considérables effectuées jusqu'à ce jour pour les voies ferrées et navigables n'auront leur entier effet sur l'essor commercial qu'elles sont destinées à réaliser que quand il aura été mis à exécution : nous voulons parler de la jonction des canaux et des rivières avec les chemins de fer et de la création des ports intérieurs.

Ces ports de navigation intérieure n'existent pas encore en France, à part quelques-uns qui desservent des intérêts particuliers. Il n'existe pas de ports publics bien outillés, permettant de transborder rapidement les marchandises de la voie d'eau à la voie ferrée ou inversement. C'est cette création qui est nécessaire au point de vue de l'intérêt général et qui, à notre avis, est destinée à être le couronnement du plan de M. de Freycinet.

Nous voudrions faire ressortir l'importance de cette jonction des canaux et des rivières avec les chemins de fer et montrer que ces ports intérieurs, aussi bien que les ports maritimes, assurent de réels avantages aux Compagnies de chemins de fer et aux Compagnies de navigation.

La nécessité de cette jonction, les raisons qui militent en sa faveur sont les mêmes que celles qui ont donné lieu à l'établissement des lignes secondaires. Ce qui fait toute l'importance de ces lignes secondaires, c'est qu'elles sont reliées aux lignes principales des grands réseaux, dont elles remplissent les mailles; c'est qu'elles ont vis-à-vis de ceux-ci le même rôle que les chemins vicinaux par rapport aux grandes routes départementales et nationales.

Elles provoquent le développement des industries locales ; elles créent dans les régions qu'elles traversent un courant d'affaires et de relations commerciales qui n'existerait pas sans elles. Le trafic, né sur ces petites lignes, assure aux grandes Compagnies des plus-values de recettes qu'elles réalisent sur leurs longs parcours. Aussi voit-on les grandes Compagnies, loin de s'opposer à cette création des lignes d'intérêt local, aider les petites Compagnies par l'avance des capitaux nécessaires à l'acquittement des charges que celles-ci ont contractées.

On est enclin à considérer que les canaux et les rivières font concurrence aux chemins de fer. Cet esprit de concurrence s'est maintenu au détriment du rendement de ces deux modes de transport, qui ont chacun leurs attributions.

La voie navigable procure au commerce des transports à bas prix de marchandises encombrantes et lourdes : les chemins de fer permettent le transport rapide des voyageurs et des marchandises pour lesquels *le temps est un facteur important*.

Le trafic se partage toujours entre les deux voies, malgré les abaissements de tarifs consentis par les Compagnies. Le chemin de fer ne pourrait abaisser davantage ses prix qu'en sacrifiant une partie de ses recettes sur les transports.

En effet, ceux qui s'effectuent forcément sur ses lignes par suite de conditions spéciales et de la situation des destinataires, lui procurent un bénéfice certain, qui lui est acquis, et qu'il n'a aucune raison de restreindre. Pour faire venir à lui le trafic de la voie d'eau, il devrait baisser ses prix et réduire par suite son bénéfice sur les transports précédents. En outre, cette réduction qu'il admettrait sur une portion de son réseau, ne manquerait pas d'être invoquée sur les directions non concurrencées et en cherchant à enlever à la voie d'eau un surcroît de transport accidentel, le chemin de fer serait amené à avilir l'ensemble de ses taxes.

D'autre part, il y a lieu de remarquer que les deux voies, ferrée et navigable, même parallèles, ne se nuisent en rien, mais qu'au contraire elles se complètent l'une par l'autre : il n'y a qu'à comparer l'activité industrielle des canaux du Nord et des lignes du Nord, des canaux de l'Est et des lignes de l'Est. N'est-ce pas le voisinage immédiat des chemins de fer et des canaux ou rivières qui appelle l'établissement d'usines nouvelles ou qui aide au développement des industries existantes ? Celles-ci gagnent en importance parce qu'elles sont à cheval sur les deux voies ; et, par réciprocité, ces deux voies profitent de l'essor commercial qui en résulte.

Alors que la suppression des droits de navigation faisait, de 1883 à 1885, gagner aux canaux et rivières du Nord 98 millions de tonnes kilomé-

triques, la Compagnie du Nord ne perdait que 6 0/0 de son trafic et cette perte ne résultait aucunement de la franchise accordée à la batellerie, mais de circonstances générales économiques, celles mêmes qui firent un moment abandonner l'exécution du plan de M. de Freycinet. Enfin, malgré cette concurrence des voies navigables avec lesquelles elle est en contact sur tout son réseau, la Compagnie du Nord est très prospère et n'a pas recours à la garantie d'intérêts.

La concurrence entre les deux voies ne produit que des abaissements de tarifs profitables, il est vrai, au commerce général et au développement des affaires ; mais le trafic se partage toujours entre chacune d'elles. Les Compagnies ne perdront pas davantage quand, au lieu de maintenir la concurrence, elles souderont leurs voies ferrées aux voies navigables.

Au moment des gelées, des crues et des chômages, par exemple, le supplément de trafic dont bénéficient les Compagnies, puisque les transports par eau sont arrêtés, ne sera pas moindre qu'actuellement. Les marchandises mises sur bateau et arrêtées dans leur voyage pourront être reprises par le chemin de fer, et les industriels auxquels elles étaient expédiées n'auront plus à subir de retards préjudiciables; leurs intérêts ne resteront plus en souffrance et tout le monde y gagnera.

Pour les marchandises d'importation, comme les blés, les vins, les cotons, pour les engrais, pour les houilles, et en général pour toutes les marchandises dont la durée de transport importe peu, les canaux et les rivières les amèneront aux gares de jonction d'où les wagons les porteront jusqu'aux centres de consommation les plus reculés. Inversement, ceux-ci pourront renvoyer par la même voie les matières pondéreuses, calcaires, marnes, minerais dont la valeur n'atteint pas le prix du transport complet par chemin de fer et qui restent inexploitées. Il y a là une source de revenus dont les Compagnies ne profitent pas actuellement, parce qu'elles devraient abaisser trop considérablement leur prix : certaines lignes d'intérêt local, en particulier, seraient ainsi rendues plus productives.

On pourrait enfin donner satisfaction aux vœux des Conseils généraux en faveur de la réduction du prix de transport des engrais de toute nature, puisqu'alors il serait possible de les transporter à bas prix sur une partie de leur parcours, par voie d'eau, pour les distribuer ensuite sur les différentes lignes de chemin de fer.

Les Compagnies auraient donc intérêt, à notre avis, aussi bien que le commerce en général, à réaliser cette jonction de leurs lignes avec les canaux et les rivières; loin de se concurrencer, ces deux voies doivent s'associer par la création de ports publics intérieurs, largement aménagés.

Ce n'est pas que ces ports de jonction n'existent déjà : le *Guide officiel de la Navigation française* nous signale, au contraire, de nombreux ports d'eau raccordés aux chemins de fer. Mais ceux-ci sont le plus souvent des

jonctions spéciales d'usines en relation aves les deux voies : ce sont des intérêts particuliers qui les ont créés.

On peut citer, par exemple, l'installation du rivage de Pont-à-Vendin sur le canal de la Deule, faite par la Compagnie des Mines de Lens : elle permet le chargement de 5.000 tonnes, soit de dix-huit bateaux par jour au moyen d'une seule locomotive. La concession est desservie par le chemin de fer de Béthune à Arras auquel se raccordent des voies reliant entre elles les différentes fosses. On peut citer encore l'installation de la Compagnie des Mines de Blanzy au port de Nantes, et bien d'autres exemples dans les régions du nord, de l'est et du centre; mais, encore une fois, aucun d'eux ne revêt le caractère d'intérêt général. Sauf quelques cas très rares, il n'existe pas en France de ports publics; et ceux qui existent sont installés dans les conditions d'outillage les plus rudimentaires.

Nous ne pouvons passer sous silence, comme exemple à citer, la Compagnie des Docks de Marseille. Car, bien qu'il s'agisse ici d'un port maritime et d'une Compagnie privée, cet exemple nous permet de faire ressortir d'une façon frappante l'importance du trafic créé par leur jonction avec la Compagnie de P.-L.-M. Le rapport du Conseil d'administration, en date du 30 avril dernier, constate les entrées et sorties suivantes effectuées par la Compagnie de Lyon.

Marchandises expédiées sur	89.515	wagons, soit	554.360	tonnes.
Id. reçues sur	29.482	id.	205.842	id.
Mouvement total . . .	118.997	id.	760.202	id.

Ainsi, la Compagnie de Lyon a transporté pour la Compagnie des Docks 760.000 tonnes et employé 119.000 wagons. La moyenne des échanges par jour ouvrable a été de 390 wagons et de 2.500 tonnes de marchandises.

Nous sommes, en France, dans un état d'infériorité absolue vis-à-vis des pays étrangers, au point de vue des ports intérieurs.

En Allemagne, en Autriche, en Belgique, en Amérique, en Russie même, loin de songer à une concurrence possible des canaux et rivières avec les chemins de fer, on ne discute plus la nécessité des gares de raccordement : elle est reconnue évidente. Dès qu'il y a création d'un port en Belgique, il est ramifié avec les voies ferrées. Bien mieux, en Allemagne et en Autriche, ce sont les Compagnies de chemins de fer elles-mêmes qui créent à grands frais ces gares de raccordement et y installent l'outillage le plus perfectionné, qui n'existe en France que sur nos ports maritimes.

Voici, à l'appui, quelques exemples bien frappants cités par M. l'ingé-

nieur en chef Holtz, dans sa remarquable enquête sur la navigation intérieure en Allemagne.

Le port de Mannheim, au confluent du Rhin et du Neckar, a coûté 28 millions de francs; il constitue à la fois un vaste port de navigation et une grande gare de chemin de fer. Il a été construit par les Chemins de fer badois qui ont été largement rémunérés de cette grande dépense, en même temps que la voie d'eau prospérait dans les mêmes proportions. C'est ce que montre le tableau suivant :

Années	Trafic		Trafic total
	Par eau	Par chemin de fer	
1870....	415.000 tonnes.	339.000 tonnes.	754.000 tonnes.
1887....	1.920.000 id.	1.400.000 id.	3.320.000 id.

Le port de Ludwigshafen appartient au Chemin de fer du Palatinat bavarois, celui de Gustavbourg au Chemin de fer de la Hesse.

Les ports de Berlin, de Francfort, de Hambourg, de Mayence, de Magdebourg, etc., installés avec un outillage perfectionné, desservis sur toute leur étendue par les voies ferrées, bordés sur leurs rives de magasins et d'entrepôts considérables, ont vu, par cela même, leur trafic suivre une progression aussi remarquable que celle qui vient d'être signalée pour le port de Mannheim.

De même qu'en Allemagne, toutes les Compagnies du nord de l'Autriche ont pris à leur charge l'établissement et l'exploitation des ports de Bohême : aussi, alors qu'en quinze ans le trafic de l'Elbe a quintuplé, celui de ces Compagnies a suivi une marche ascendante plus rapide encore, à la grande satisfaction de leurs actionnaires.

En Allemagne, c'est au concours unanime des villes, des Chambre de commerce, des Sociétés de navigation et surtout des Compagnies de chemins de fer que l'on doit le développement aussi étendu des ports de navigation intérieure : l'intérêt général les impose, car il est la synthèse de tous ces intérêts particuliers qui en escomptent les avantages.

Une dernière preuve toute récente, c'est l'agrandissement projeté du port de Breslau. Tous les produits de l'industrie de la Haute-Silésie, la houille notamment, sont expédiés par chemin de fer jusqu'à Breslau et de là repartent plus loin par la voie d'eau, c'est-à-dire l'Oder. Le mouvement de la navigation y est très considérable; mais, comme les bateliers attendaient trois semaines et que les déchargements à l'aval duraient huit jours, la Chambre de commerce de Breslau a décidé la construction d'un plus grand port relié au chemin de fer par un nombre suffisant de voies ferrées pour éviter ces jours de planche préjudiciables à la batellerie.

Un des résultats les plus singuliers de cette association des canaux et rivières avec les chemins de fer, et le plus remarquable à mon avis, c'est

l'organisation systématique de l'exportation allemande réalisée par une Compagnie de bateaux à vapeur, la ligne de navigation Hambourg-Levant, de concert avec toutes les lignes de chemin de fer de la Prusse, de la Saxe, de la Bavière, sans citer les autres. Des arrangements ont été conclus, des tarifs communs ont été établis, et les prix consentis par cette association sont si modérés, les avantages pour les exportateurs allemands sont tels qu'on vise moins à attirer l'expédition des marchandises qu'à accaparer le trafic du Levant. Ces marchandises, expédiées par fractions des différentes stations, sont transportées, par les bateaux de la ligne Hambourg-Levant, en Turquie, en Bulgarie, dans les États danubiens; en outre des prix modérés du tarif commun, elles jouissent de nombreux privilèges spéciaux en ce qui concerne les conditions de transport sur les chemins de fer : il existe pour elles une classification à part. Enfin, pour en faciliter la vente, des *agences de transbordement* les reçoivent aux ports du Pirée, de Syra, de Constantinople et se chargent de les réexpédier à une centaine de ports moins importants du Levant.

Ce n'est point trop s'avancer de dire que l'Allemagne trouve une des sources principales de sa prospérité dans l'heureuse association de ses voies navigables avec ses chemins de fer. En présence des résultats acquis, la concurrence serait préjudiciable non seulement à chacune de ces deux voies, mais encore à l'État lui-même à qui appartient cependant la presque totalité du réseau des chemins de fer et qui, plus encore que l'État français, est responsable de leur prospérité. Aussi n'est-ce pas sans un sentiment de satisfaction intéressée et de fierté nationale que l'Allemand prévoit le jour très prochain où tous les grands fleuves de l'Empire. depuis le Rhin jusqu'à l'Oder et la Vistule, en passant par le Weser, l'Elbe et la Sprée, seront réunis par de larges canaux soudés au réseau de ses chemins de fer.

En France, l'intérêt général doit recevoir satisfaction au même titre qu'en Allemagne. Cela doit sembler d'autant plus facile que, comme nous venons de le voir, les Compagnies de chemins de fer ont elles-mêmes un intérêt direct à leur jonction avec les voies navigables. L'intérêt particulier et l'intérêt général sont ici solidaires.

Les gares de raccordement doivent, à cet effet, être parfaitement aménagées comme outillage mécanique, de manière à économiser les frais de stationnement des bateaux et des wagons et à assurer la rapidité des transbordements. Cette rapidité réagira sur le prix du fret et diminuera d'autant, pour la tonne kilométrique, le prix de transbordement qui, du reste, est faible, appliqué à des marchandises de longs parcours.

Ces installations de ports publics intérieurs peuvent être réalisées par les Compagnies françaises, directement intéressées à l'augmentation de leur

trafic, ou, sous leurs auspices, par des Compagnies fermières qui s'en chargeront et seront en même temps agences de transbordements et d'entrepôts, ou encore par l'intermédiaire des Chambres de commerce des localités.

Le premier point où une pareille gare intérieure devrait être établie, c'est Paris, où le trafic par bateaux s'est élevé, en 1890, à plus de 6 millions de tonnes apportées par 36.000 bateaux, en augmentation, sur l'année précédente de 300.000 tonnes; sur cette augmentation c'est le transit qui a le plus progressé. Les Compagnies auraient le plus grand intérêt personnel à développer encore ce transit, soit en créant un port sur la Seine relié à la gare d'Orléans, soit en créant dans la plaine de Pantin un port annexe du bassin de la Villette devenu insuffisant, et qui serait relié au réseau de la Compagnie de l'Est.

M. NOTTELLE

à Paris.

LA CRISE DE LA CIVILISATION

— Séance du 23 septembre 1891 —

In vero justum.

Au milieu d'incomparables splendeurs, malgré l'énorme diffusion des méthodes scientifiques, on voit aujourd'hui la société se débattre péniblement dans les contradictions *(Paris, 1889)*, impuissante à résoudre aucune des questions de plus en plus graves qui émergent impérieuses de l'ampleur et de l'intensité de sa vie actuelle. Elle subit une véritable défaillance du sens social : triste phénomène dû — l'observation le démontre — au manque d'équilibre que produisent par leur accroissement inégal les deux facteurs immanents de la civilisation : la puissance matérielle et la puissance morale de l'humanité.

Or, l'insuffisance relative de la puissance morale, née avec la société, cause de ses souffrances dans sa marche sanglante à travers les âges, s'est accentuée de nos jours par les proportions inouïes qu'a prises la puissance matérielle. En outre, une évolution rétrograde dans les rapports sociaux tend à pousser cette accentuation à ses limites extrêmes. Ainsi se produit cette crise de la civilisation, objet d'anxiétés universelles, à laquelle pourtant on se résigne comme à une calamité inévitable.

En étudiant ses divers aspects à ce point de vue, le seul vrai, on mesure la gravité et l'étendue des dangers dont elle est la menace; mais on acquiert aussi la preuve que les exigences mêmes de notre époque offrent, en le précisant, le moyen efficace de la dériver vers la terminaison favorable.

De cette étude, trop vaste pour l'espace dont je dispose, je ne pourrai que tracer sommairement les grandes lignes. J'aurai à y revenir; d'ailleurs, mes communications à Lille (1874), à Paris (1878 et 1889), à Limoges (1890) en ont d'avance développé quelques points importants.

***

Pour la société, échange de services basé sur la propriété individuelle et la solidarité collective *(Lille, 1874)*. La morale s'identifie avec la justice et la liberté. L'ordre social, pour en garantir l'exercice, exige, comme une nécessité absolue, la hiérarchie des fonctions, même des situations, avec l'inégalité des richesses dans l'égalité des droits. Mais quand, sous l'influence d'une morale défaillante, les classes occupant les hauts degrés de la hiérarchie violent la liberté et la justice au préjudice des classes inférieures, l'ordre social est d'autant troublé, au grand péril de ceux mêmes qui s'en proclament les conservateurs.

Ainsi s'explique que les révolutions si fréquentes en notre siècle, par leur impuissance à placer la civilisation sous la sauvegarde de la justice, lui ont, au contraire, préparé de plus vastes et plus profonds ébranlements. Bien que toutes aient prétendu s'accomplir dans l'intérêt du plus grand nombre, les classes dirigeantes, et dans une certaine proportion les classes aisées, ont été les seules bénéficiaires de leurs énormes résultats, dont elles s'occupent ensuite à se disputer les meilleures parts. Les masses ouvrières, ce grand nombre dont on a invoqué les droits, restent dans des conditions d'existence aussi précaires, et par comparaison avec la richesse débordante autour d'elles, plus pénibles que dans le passé. Il est au moins indéniable qu'à notre époque, où la facilité, la rapidité, la fécondité de la production ne devraient laisser en souffrance aucun besoin légitime, la pénurie encore générale parmi les ouvriers témoigne qu'ils ne recueillent pas la part proportionnelle due à leur concours dans l'accroissement de la richesse générale *(Limoges, 1891)*. Les hautes classes, les gouvernements eux-mêmes, pressés par l'évidence, avouent qu'ils subissent une iniquité.

Forts de cet aveu et des libertés politiques qu'on n'a pu leur refuser, ils organisent jusque sur le terrain international des revendications redoutables. Leur soulèvement est le phénomène prédominant de la crise générale. Partout on suit avec une attention anxieuse le crescendo intensif de ses manifestations : danger formidable — ou bien planche de salut si, avant de provoquer d'inextricables perturbations, il met en

demeure d'aborder résolument les autres iniquités sociales avec lesquelles il est en étroite connexité.

En attendant, les mesures dont on s'avise pour l'apaiser vont directement contre le but *(Limoges, 1890)*, parce que, considéré comme un fait social isolé, on l'attribue à la défectuosité des rapports entre les ouvriers et ceux qui les emploient. De là naît la prétendue lutte du capital et du travail que certains intérêts inavouables essaient de transformer en réalité effrayante par des compromissions avec je ne sais quelles sauvages théories. Dans la grande fonction productive, les intérêts du capital, de la direction et de la main-d'œuvre sont parfaitement solidaires : leurs rapports sont réglés sans appel par les conditions générales du milieu social dans lequel ils se meuvent.

***

Le génie moderne a, en outre, donné par les faits les preuves éclatantes que la solidarité s'imposait dans une mesure croissante entre toutes les fractions de la société : nations, classes, individus *(Limoges, 1890)*, lesquelles ne sont induites en opposition que par la violence ou le dol, et n'y restent que par l'ignorance. Dans ce cas, et en proportion des troubles subis par la solidarité, toutes sont atteintes : les plus pauvres, dans leurs moyens d'existence; les plus riches, au moins dans leur sécurité d'autant plus précieuse qu'elles ont davantage à garantir.

S'il y a de nos jours une vérité évidente, c'est que l'exercice plus large de la solidarité entre les peuples a été le plus puissant facteur de leurs merveilleux progrès. Eh bien, non seulement on nie cette évidence, on motive l'exclusion de la solidarité par ses bienfaits mêmes. En voici la déclaration authentique : « La diffusion des procédés techniques de l'in-» dustrie, la multiplication et les facilités croissantes des moyens de trans-» port exigent que chaque peuple apporte des restrictions croissantes aussi » à ses commerces avec tous les autres. » La politique, pour tenir ce langage, s'autorise de l'état de l'opinion; oui, sans doute, mais état d'incohérence maladive manifesté par des contradictions révoltantes *(Paris, 1889)*. Voilà donc les peuples modernes, sur le terrain économique, mesurant la proscription de la liberté à la grandeur des progrès qu'ils accomplissent par le travail et la science! Et par un enchaînement fatal, au moment où ils élèvent l'organisation de la guerre à des proportions inouïes dans l'histoire.

Cette évolution, aussi menaçante qu'inattendue, s'explique par le rôle que la politique exerce à notre époque.

***

Dans l'antiquité, où chaque nation cherchait sa richesse par le pillage

des autres; où l'esclavage nécessitait la guerre permanente pour en recruter le personnel, les peuples n'étaient rien. Sous la féodalité et les monarchies absolues, malgré la révélation d'une morale supérieure qui condamnait l'esclavage, ils ne comptaient guère plus ; ils restaient avec leur territoire la propriété de leurs gouvernants, qui se les disputaient par les armes; la vie sociale s'absorbait dans la politique, dont Machiavel nous a tracé les règles édifiantes.

Enfin, quand Quatre-vingt-neuf, comme une commotion électrique, fit rayonner sur le monde la proclamation solennelle que tout homme a droit à la justice et à la liberté, on vit naître, à côté de la politique, le facteur tutélaire, jusqu'alors inconnu, de la civilisation : la vie spontanée des peuples, c'est-à-dire l'admirable activité des sciences, du travail et des échanges sous l'impulsion des intérêts privés convergeant chacun vers la solidarité profitable à tous, dont l'œuvre a marqué le caractère grandiose de notre époque, et dont l'exercice est l'affirmation de la liberté dans la justice.

Mais les traditions de défectuosités morales, ne trouvant plus de place sur ce terrain, la politique en a accepté l'héritage. C'est ainsi qu'elle conserve à l'état de droit gouvernemental la guerre agressive, c'est-à-dire la glorieuse pratique de partager comme un simple bétail, par la conquête, les peuples dont elle-même a proclamé la souveraineté; c'est ainsi que, sous le prétexte séduisant : LA PROTECTION DU TRAVAIL NATIONAL, elle rétablit sous une forme mitigée et anonyme l'esclavage qui confisque au profit de quelques privilégiés une partie de la liberté et de la propriété des grandes masses productives. La politique présente aujourd'hui cet étrange phénomène d'être en opposition avec la vie spontanée des peuples. Elle reste une sorte de puissance extra-sociale qui prétend créer, altérer, restreindre les rapports sociaux, non pas suivant les exigences du progrès moderne, mais en obéissant à des traditions léguées par les âges de barbarie.

La part plus ou moins apparente que les peuples prennent de nos jours à leurs gouvernements n'infirme pas cette distinction. La politique s'entend ici comme un ensemble impersonnel de traditions enfermées, comme les mystères d'Isis, dans un véritable symbole, auquel doivent leur acte de foi, quoi qu'ils en pensent, les personnes composant les gouvernements. De là rayonnent sur les populations les erreurs qui en flattent le plus spécieusement les passions courantes; et elles y créent ces néo-préjugés, si remarquables par leur âpre intolérance, lesquels, par action réflexe, reviennnent dans la politique vivifier en les rajeunissant les traditions surannées.

Dans ces conditions, la politique, à mesure que certaines idées libérales semblent amoindrir son pouvoir, étend peu à peu son ingérence dans tous

les rapports sociaux qui, par leur nature, exigent la liberté et l'indépendance. Mouvement qu'il serait bien temps de surveiller : il ramène par une autre voie à l'omnipotence de l'État *(Limoges, 1890)*.

C'est par lui que, déjà, avant 1870, le protectionnisme pénétrant dans les masses productives y avait fait des sectateurs de ses victimes *(Limoges, 1890)*; et cette dépravation des idées économiques, par les conséquences désastreuses qu'elle infligea à la guerre franco-allemande, s'éleva bientôt à la hauteur d'un danger social.

Pourquoi ce fait de guerre, si douloureux pour nous, mais en somme beaucoup moins important que ceux dont l'Europe a été ensanglantée et bouleversée pendant vingt-cinq ans il y a un siècle, a-t-il causé partout des émotions plus profondes? C'est que les peuples, sinon par raisonnement, au moins par instinct social, sentirent qu'à notre époque la conquête entre civilisés bouleversait toutes leurs conditions d'existence et jetait comme un défi à la civilisation. Si la politique comprenait notre époque, cette impression nouvelle des populations, partout ressentie et manifestée, devait être pour elle un salutaire enseignement : celui de renoncer à l'habitude de prendre chaque guerre terminée pour la cause d'une guerre future, et de chercher de bonne foi, par le rétablissement de la solidarité violée, les moyens pacifiques de réparer la conquête.

Mais la politique, préoccupée avant tout d'étendre et d'affermir son autocratie, avait d'avance, et pour cause, condamné la solidarité. Sous son impulsion, les nations se transformèrent en sortes de camps retranchés, toutes leurs populations viriles furent englobées dans l'organisation militaire, et les armes portées par la science au summum de la puissance destructive. Et en même temps, comme si on craignait que toutes ces merveilles tombassent en non-valeurs faute d'emploi, on se prépara à compléter ce qu'un éminent sociologiste appelle : « ces murailles de Chine derrière » lesquelles on parque les nations pour les diviser et leur apprendre à se » haïr mutuellement ».

En effet, on voit les peuples fermant de plus en plus leurs frontières à leurs pratiques de concorde, et pour que la haine y succède, ayant soin de les laisser toutes grandes ouvertes à l'échange irritant de leurs griefs réciproques. Ils s'exposent ainsi, malgré leurs légitimes répulsions pour la guerre, à y être tout à coup entraînés par quelque fait inattendu. L'éventualité en est d'autant plus à craindre que tout en cherchant à la reculer on persiste généralement à la considérer comme inévitable.

Sans doute, on se rend compte que les conséquences de la guerre future — destructions d'existences humaines et de richesses — se proportionneraient à l'épouvantable puissance qu'on lui prépare. Mais il y en a une qu'on semble ne pas prévoir, et que sa connexité avec le soulèvement ouvrier rendrait peut-être la plus désastreuse. Quand, en vertu du service

obligatoire pour tous, la partie valide des populations ouvrières serait sous les drapeaux, il faudrait bien nourrir leurs familles, vieillards, femmes et enfants, à qui aurait enlevé leur gagne-pain. Mais comment, et avec quoi? Dans presque tous les pays, les impôts de consommation, si lourds aux masses ouvrières, forment un appoint notable des budgets : qu'est-ce qu'on en pourra retirer, quand de ces contribuables si nombreux et si commodes on aura fait des assistés? On n'ose pas dire, on est effrayé de prévoir vaguement ce qui se passerait alors !

***

Même avec l'espérance illusoire que la guerre puisse être indéfiniment reculée, ses formidables préparatifs s'accroissent tous les jours et restent la grande préoccupation des peuples européens. Dans l'état de leurs rapports, aucun d'eux, la France moins que tout autre, ne peut prendre l'initiative de les atténuer. La question du désarmement, isolément introduite, n'aurait d'autre effet que d'aviver leur adnimadversion réciproque. En attendant, c'est la guerre avant les opérations.

Nécessités cruelles qu'il faut pourtant subir, dira-t-on, parce qu'elles sont imposées par le patriotisme. Le patriotisme! mais lequel? il ressemble trop, hélas! à celui qui animait la Grèce au moment où elle préparait la guerre du Péloponèse. On sait quels en furent les effets pour les peuples grecs. Prenons garde qu'il n'en ait de semblables pour les nations européennes. Dans la mêlée lamentable qui se prépare, resterait-il à aucune d'elles la certitude de sauvegarder intacte sa nationalité, puisque la politique conserve encore le prétendu droit dont elle ne veut pas démordre, d'arracher par la conquête des populations entières à leur patrie? Oh ! certes, aujourd'hui comme alors, tout citoyen doit, quand il le faut, dévouer sa vie à la défendre, cette chère patrie! Mais les conditions modernes lui imposent, en outre, le devoir de concourir dans la mesure de ses moyens à ce qu'elle soit prospère, respectée *(Limoges, 1890)*, et désormais à l'abri de mutilations devenues inoubliables ! Son patriotisme sera-t-il moins sincère, moins noble, parce que, dans sa pensée, cette rédemption sociale ne peut être assurée à sa patrie qu'en étendant ses bienfaits à toutes les autres ?

De son côté, le protectionnisme, en connexité avec la guerre et toujours au nom des intérêts de la patrie, se traduit par un lourd tribut, levé au profit des privilégiés, sur l'industrie, le commerce et, par répercussion ou directement, sur les masses ouvrières *(Limoges, 1890)*. Il a nettement révélé ce caractère en donnant pour pivot à son mouvement de recrudescence la prétendue protection de l'agriculture : son but inavoué était de maintenir au même taux la valeur locative de la propriété terrienne pendant que celle de tous les autres capitaux, l'intérêt, subit par le déve-

loppement de la richesse générale une décroissance continue — témoin, les conversions des fonds d'État.

On organise une campagne contre les impôts de consommation sous lesquels on convient que les populations ouvrières succombent. On oublie donc que le protectionnisme, par son côté fiscal surtout, vient de leur infliger de nouveaux relèvements. Illusion ou duperie : on ne réforme pas des abus quand on est en voie d'en aggraver les causes.

*
* *

En résumé, le rôle agrandi de la guerre et la recrudescence du protectionnisme, qui tout en dépravant les rapports internationaux, accroissent à la fois les motifs et la puissance du soulèvement ouvrier : voilà la crise que subit la civilisation. En l'état, elle s'aggrave par ses propres effets; il n'y a qu'un moyen de la dériver vers la terminaison favorable : c'est d'en supprimer la cause. Les peuples modernes, grandis par la solidarité sociale *(Limoges, 1890)*, l'ont tout à coup répudiée, condamnée comme un malfaiteur. Il faut qu'ils la réhabilitent, et qu'à cet effet, par un vaste et puissant courant d'opinion, ils ramènent la politique à faire volte-face : à s'orienter d'abord à la LIBERTÉ DES ÉCHANGES, à y marcher ensuite avec la sagesse et la mesure que commandent les intérêts engagés.

Cette solution fera sourire beaucoup de grands esprits. Elle s'appuie pourtant sur une autorité dont les protectionnistes au moins n'oseront pas décliner la compétence. M. Thiers, il y a plus de soixante ans, écrivait : « Il ne faut pas, comme les gouvernements ont la vanité de le dire, encou» rager la production pour qu'elle prospère; il suffit seulement de ne point » la contrarier. » Ne pas contrarier la production signifie évidemment ne pas empêcher la circulation, l'échange des produits; et à moins que le protectionnisme ait dénaturé le sens des mots comme il a dépravé le caractère des choses, cela équivaut à dire que la politique doit laisser complète la liberté des échanges.

D'ailleurs, pour s'éclairer à cet égard, la politique ne devrait-elle pas, enfin, demander le secours de la science, ne serait-ce qu'en lui empruntant ses procédés. Tout le monde sait que Newton, par l'observation de la chute d'une pomme, est remonté à la loi de l'harmonie céleste. Si on veut appliquer sa méthode à l'achat d'un objet quelconque, la vulgarité même du fait conduit à la démonstration que l'échange est à la vie sociale ce que la gravitation est à la vie cosmique. Partout, en effet, où se trouvent des hommes réunis, il se produit, comme la condition nécessaire de leurs rapports, sous toutes les formes, dans toutes les proportions, conservant toujours son caractère essentiel : l'échange d'utilités contre d'autres utilités. Loin de jamais troubler rien, il apporte partout l'harmonie et la sanction morale : la justice et la liberté. Sans l'échange, la Société ne peut exister

ni même se concevoir *(Paris, 1878)*. Il en est donc la loi primordiale, et comme à ce titre il commande l'intégralité de son application, le libre échange — d'utilités — est bien la loi sociale.

C'est pour en avoir — comme en proie au vertige — multiplié et aggravé les violations que les peuples modernes ont infligé à la civilisation la crise qu'elle traverse. Éclairés par les dangers dont elle les menace, se résoudront-ils assez tôt à en supprimer les causes, ou bien attendront-ils que le remède ne puisse naître que de l'excès du mal? Voilà très nettement la question qu'ils se sont posée.

M. le Chanoine TENOUGI

Président de la Société de statistique de Marseille.

LE TRAVAIL ET LE SALAIRE CONSIDÉRÉS AU POINT DE VUE MORAL

— Séance du 23 septembre 1891 —

La société humaine est composée de personnes dont la nature morale et physique est investie de toutes les dignités de l'intelligence et du sentiment.

Il y a donc nécessité absolue d'honorer le travail et d'en alléger la fatigue, de telle sorte que la vie de l'ouvrier soit une vie humaine et non une vie purement animale.

Or, de trop longues heures de travail et l'incertitude d'un salaire suffisant rendent impossible l'accomplissement des devoirs domestiques, affaiblissent les affections du foyer et préparent le dérèglement des mœurs, par la mendicité. C'est pourquoi la science économique, dont la fin est de rendre la vie de chacun plus facile et plus commode, doit déterminer les conditions du travail et du salaire, de telle sorte que l'ouvrier étant assuré de son existence et de l'existence de sa famille, possède encore une garantie contre l'éventualité d'accidents fâcheux et contre l'affaiblissement de l'âge.

Trois conditions sont nécessaires pour le fonctionnement normal de toute opération industrielle, commerciale, agricole, etc. :

1° Une entente cordiale entre le patron et l'ouvrier ;

2° Une proportion raisonnable entre les profits et les salaires ;

3° Une foi commune à la providence de Celui qui a fait l'homme et lui a imposé la loi du travail.

De son côté, l'État, qui a pour mission d'assurer le libre jeu de toutes les

facultés de l'homme, doit reconnaître des droits et des devoirs supérieurs aux droits et aux devoirs qu'il inscrit dans ses lois.

Ce sont les droits et les devoirs de la conscience où le Créateur a gravé cette loi : « Ne fais pas à autrui ce que tu ne voudrais pas être fait à toi-même ; fais à autrui ce que tu voudrais être fait à toi-même. »

C'est la règle que tous, patrons et ouvriers, doivent avoir toujours présente à leur pensée, parce que l'économie de l'industrie est régie par la suprême loi morale qui détermine, limite et contrôle toutes les opérations. Il est donc vrai de dire qu'un certain désintéressement, joint à un véritable esprit de justice et d'assistance fraternelle, doit présider aux rapports de la richesse et du travail, si on veut établir la concorde entre des cœurs trop souvent tourmentés d'une semblable convoitise.

Vienne donc le jour où un industriel, agissant dans sa pleine liberté, augmentera spontanément le salaire de ses ouvriers en leur disant : « Le bénéfice que j'ai réalisé cette année me permet d'accroître le prix de vos journées. » — Puisse-t-il ajouter : « la parfaite organisation de mes ateliers et l'excellence de mes machines m'excitent à diminuer la durée de ces mêmes journées et à vous laisser l'entière liberté du repos hebdomadaire. »

Mais si l'industriel repousse tout lien d'affection envers les prolétaires, s'il réserve pour lui seul la surabondance des profits obtenus par le travail excessif de ses employés, joint au perfectionnement incessant des instruments du travail : alors apparaît la lutte inexorable des classes.

Toutefois ce n'est qu'à pas lents que la masse des travailleurs s'est avancée dans cette voie. On peut dire que la loi moderne qui n'a rien prévu touchant la distribution des capitaux et l'organisation de l'industrie a peut-être contribué à ce mouvement d'un socialisme antisocial. D'ailleurs, la propriété est devenue mobile et presque fictive par la multiplication des partages et des enchères, par les droits de succession qui pèsent sur le prêteur comme sur l'emprunteur; droits qui s'accroissent à mesure que la part d'héritage s'atténue; par le règlement tyrannique de la société matrimoniale. Mais rien n'a contribué à altérer le rapport bienveillant des diverses classes comme la formation, sans contrôle efficace, de ces sociétés qui transforment tous les biens et toutes les industries en actions.

Dès lors une profonde séparation s'est établie entre les ouvriers salariés dont rien ne garantit les droits et les intérêts, et les patrons détenteurs des instruments de travail, des capitaux et de la propriété. Les directeurs des Sociétés en commandite vivent royalement sur les sueurs des ouvriers qu'ils ne connaissent point. Les administrateurs des grandes entreprises peuvent, sans grand danger, tromper leurs actionnaires par de faux calculs, fondre le capital dans les intérêts, ruiner la masse de leurs coassociés et couler néanmoins leurs jours dans l'opulence.

C'est à ces hommes, et non aux détenteurs honnêtes, généreux, charitables, philanthropes, d'une fortune loyalement acquise, qu'il faut attribuer, d'une part l'affaissement des caractères et l'abaissement des familles par le luxe; d'autre part les conspirations et les révoltes dont la menace gronde toujours.

Sans doute il est bon de recommander la patience au pauvre impuissant et déshérité; mais il ne peut être question de cette patience inerte, qui se croise les bras, rage et maudit en secret, jusqu'au jour où une colère soudaine détruit, avec le capital du maître, la dernière ressource du travailleur. Non : la patience que recommande la sagesse est la patience qui repousse bien loin le crime, la haine, la guerre civile, mais réclame hautement la justice, par tous les moyens que la loi et la morale autorisent.

C'est donc une refonte morale de la législation extraite de l'ancien droit qu'il s'agit de préparer et d'accomplir, pour apaiser les plaintes et les murmures des uns, pour faire cesser l'antagonisme des classes, pour faire régner sur la terre, autant que la faiblesse humaine le permettra, la vraie fraternité d'où découlent, comme de leur unique source, la vraie liberté et la franche égalité.

M. Frédéric PASSY.

Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, à Neuilly.

LA LIBERTÉ DE LA PORNOGRAPHIE

— Séance du 24 septembre 1891 —

Dans une première communication, j'ai parlé de *la Machine humaine*. J'ai dit ce qu'elle est et ce qu'elle devrait être, et j'ai essayé d'indiquer ce qu'on pourrait tirer d'elle si l'on savait à la fois en améliorer les rouages et en utiliser les forces de façon à en accroître le rendement.

C'est surtout, je l'ai dit, en en diminuant les fuites, en en évitant les détériorations et les fausses manœuvres que ce résultat peut être obtenu.

A ce point de vue, la Section me permettra d'arrêter quelques instants son attention sur l'influence pernicieuse d'un genre de publications qui a pris, dans ces derniers temps, un développement considérable.

La Société des Économistes, dans sa dernière séance, s'en est tout spécialement occupée et l'unanimité avec laquelle elle s'est prononcée n'est pas assurément indifférente. Il n'est pas inutile, cependant, que l'Associa-

tion française s'en occupe à son tour. S'il m'avait été possible de prendre, cette année, personnellement part à ses travaux, j'aurais probablement demandé à me faire entendre dans une séance générale. Même réduit aux proportions d'une séance de Section, le débat que je provoque ne sera pas sans utilité. Je ne saurais oublier que c'est à la suite de la publication d'une note lue par moi au Congrès de Reims en 1880, que fut organisé, pour la première fois, le service des enfants moralement abandonnés, et que c'est du mouvement imprimé alors à l'opinion qu'est sortie, avec d'autres œuvres et grâce à des concours puissants et dévoués, la loi de 1889 sur la protection de l'enfance et la déchéance de la puissance paternelle. Je ne crains donc point de me voir objecter que les considérations de l'ordre moral ne sont pas du domaine spécial de notre Section. La science économique, il ne faut pas se lasser de le redire, est une science morale. « L'accord du juste et de l'utile, a dit en propres termes M. Baudrillart, est l'étoile polaire de l'économie politique. » N'étions-nous pas d'abord la Section d'Économie politique et de Pédagogie ; et si, au bout de quelques années, nous nous sommes partagé la tâche, n'est-ce pas à cause de son étendue beaucoup plus que par des raisons d'incompétence?

Ne nous arrive-t-il pas presque tous les ans de réunir de nouveau les deux Sections en une pour certaines questions mixtes? Nous l'avons fait l'année dernière encore à Limoges, lorsque j'ai traité devant vous la question de l'enseignement secondaire.

A plus forte raison en pourrait-il être de même, quand il s'agit des intérêts vitaux de la société, de la défense de la jeunesse, ainsi qu'on l'a dit dans d'autres enceintes, et de ce qu'on a pu appeler « le maintien des idées préservatrices dans l'éducation ».

L'éducation est devenue en effet, de nos jours, l'un de nos premiers et de nos plus légitimes soucis. Mais comprend-on toujours suffisamment ce qu'elle comporte et ce qu'elle exige? On ne néglige rien pour cultiver l'intelligence; on cherche à agrandir le cercle des connaissances et l'on vise à les rendre de plus en plus accessibles à tous. On prétend en même temps (et l'on a bien raison, car l'outil ne vaut que par la façon de s'en servir), cultiver l'idée du devoir et préparer les enfants à devenir, non seulement des hommes instruits, mais des hommes utiles et de bons citoyens.

C'est à merveille, mais à quoi bon cet immense effort, si, par une imprévoyance sans nom, on en annule ou en pervertit comme à plaisir les résultats? Quelle conduite contradictoire ne tient-on pas, et à quel jeu ridicule se livre-t-on, si, pendant que d'un côté on enseigne l'usage honorable et sérieux de la vie, d'un autre côté on en prêche ou l'on en laisse prêcher le mépris et l'abus ; si, en face des édifices consacrés à former la jeunesse au devoir et au travail, on tient sur la place publique

une école ouverte à tous de dépravation et de paresse ; école dont l'influence est d'autant plus redoutable qu'elle est incessante, universelle, qu'elle s'exerce même à l'insu de ceux qu'elle atteint et qu'elle les pénètre par cette action irrésistible des yeux et de l'exemple, si justement signalé dès l'antiquité dans ces vers d'un poète :

Segnius irritant animos demissa per aures
Quamque sunt oculis subjecta fidelibus ?

On ne s'est point assez préoccupé en vérité, quand on a pris à tâche la grande œuvre de l'instruction générale, des dangers qui pouvaient naître de cette instruction même et des précautions qu'appelle le développement de toute puissance nouvelle. On n'a pas assez compris que toute force, par cela même qu'elle peut être utile, peut être nuisible, et que, plus on l'accroît, plus il est nécessaire d'accroître en même temps la puissance rectrice sans laquelle ses écarts deviennent redoutables. Or, dans le cas qui nous occupe, il semble que l'on ait tout fait au contraire pour affaiblir, sinon pour détruire, la puissance rectrice et pour faire de la facilité de lire et de voir, mise par les progrès de l'instruction et par ceux de l'industrie à la disposition de tous, un agent de désordre et un ferment de corruption.

C'est là, si l'on veut bien y réfléchir, ce qui fait, à notre époque, de la littérature et de l'imagerie pornographiques un véritable péril public. Cette littérature, dit-on, a toujours existé. Sans doute : parce qu'il y a toujours eu dans les bas-fonds de la nature humaine des instincts auxquels elle répond ; mais elle n'a pas toujours eu le même caractère et les mêmes formes. Les Romains et les Grecs l'ont connue ; elle a déshonoré leur théâtre et elle ne témoigne pas en faveur de l'état moral des sociétés païennes. L'aristocratie de l'ancien régime ne l'a pas ignorée, et ce n'est pas toujours non plus à son honneur. Mais c'était pour elle, si l'on peut ainsi parler, un mets réservé ; un nombre restreint d'amateurs se donnait le régal des éditions prohibées et des dessins, parfois de grand prix, des artistes qui cultivaient ce genre d'illustrations. Il se faisait, il est vrai, en ce genre, des choses absolument odieuses ; mais la circulation, encore une fois, en était limitée et il fallait presque, pour les rencontrer, aller au-devant d'elles. Aujourd'hui, le crayon et la plume, dans des genres habituellement très inférieurs et sans aucune prétention à l'art, dont pourtant on songe à les couvrir, se sont démocratisés et mis à la portée de la foule. C'est partout, dans la rue, aux kiosques, dans les gares de chemins de fer, à la porte des collèges et des ateliers, et bientôt jusque dans les moindres villages, que s'étalent les produits frelatés de cette industrie malsaine. Ce n'est plus aux yeux seulement d'ailleurs qu'ils font appel ; et il ne servirait de rien de les fermer. Une armée de vendeurs et de distributeurs ont soin de les signaler par leurs cris et de provoquer par leurs

commentaires les passants à les acheter. Ils font davantage : ils les remettent gratis à titre de réclame et les glissent même dans la main des jeunes gens et des jeunes filles. Comment, dès lors, s'en préserver ou en préserver les personnes sur lesquelles on a à veiller. Est-il nécessaire de montrer l'influence de cette universelle diffusion d'une propagande délétère sur la vie de famille, sur le travail, sur l'économie ? Et cette influence n'est-elle pas d'autant plus funeste qu'elle s'exerce en quelque façon comme celle de l'air ambiant sur les poumons, à l'insu même de ceux qui la subissent. On croit vivre dans une atmosphère saine, et l'on respire un air vicié.

Les moralistes diront dans quelle mesure les relations de la vie domestique ont pu en être affaiblies, dans quelle mesure la droiture de l'esprit, l'application, le sérieux, l'habitude de l'effort patient, la lente mais féconde préparation de l'avenir, et ce qu'on pourrait appeler l'ensemencement de la vie, en ont été altérés et compromis. Les économistes remarqueront combien la paix sociale et l'ordre public s'en trouvent menacés ; je dis la paix des ateliers aussi bien que la paix de la rue. En accoutumant au désœuvrement, en détournant de la tâche, toujours pénible lorsqu'elle n'est pas adoucie par le sentiment du devoir, du labeur quotidien, en suscitant le goût et le besoin de distractions coûteuses, en éveillant, sans jamais les assouvir, les appétits de la bête humaine, ces excitations malsaines amènent nécessairement, en même temps qu'un ralentissement de la production et par suite du salaire, un accroissement de la dépense qui rompt fatalement l'équilibre entre les satisfactions et les désirs. Elles poussent au mécontentement, exagèrent les prétentions et les exigences et maintiennent une partie notable de la population dans un état ordinaire d'irritation, d'autant plus funeste que le sentiment du respect des autres et du respect de soi-même est plus affaibli. Un certain nombre, enfin, de proche en proche, de dégradation en dégradation et de méfait en méfait, est conduit jusqu'au dernier degré de l'abjection et de la criminalité.

D'autres excitations, sans doute, y contribuent. On peut ne pas trouver indifférentes celles des tripots, des cafés-concerts, des courses et des paris dont elles sont l'objet, non plus que de certains spectacles empruntés à d'autres régions et dont les animaux ne sont pas seuls à souffrir. Mais tout cela se tient, et, sans essayer de faire le compte spécial de chacun de ces agents de dissipation, on peut assurément les ranger tous parmi les causes de désordre et de trouble social. On s'étonne et l'on s'effraie, non sans raison, du nombre chaque jour croissant des malfaiteurs précoces et du cynisme de leur perversité. On devrait trouver le fait tout naturel, puisque tant d'influences de toutes sortes sont employées à toute heure à dresser au mal la jeunesse et l'enfance elle-même. On essaie de combattre le danger en rendant la répression plus sévère : à quoi bon, si à

mesure que l'on s'attaque aux effets on favorise les causes. Que peut l'expiation suprême elle-même et son intimidation menteuse, si, par toute la suite d'une éducation préalable, on a préparé comme à plaisir ceux qu'on s'imagine épouvanter, à ne trouver dans les exécutions qu'on leur met sous les yeux, qu'une distraction de plus et à se faire un jeu de la mort des autres et de la leur au besoin.

Que n'y aurait-il point à dire encore, si l'on voulait épuiser le problème, des conséquences de ce dévergondage autorisé sur la santé et sur la virilité des jeunes générations qui seront demain le fonds même de la population. Dans son admirable discours au Sénat, M. de Pressensé a insisté sur ce qu'il a appelé le mépris des sources sacrées de la vie. On pourrait dire, en vérité, que toute une légion de malfaiteurs publics est à toute heure acharnée à les empoisonner et à les tarir. Il y a là des abîmes que je ne me hasarderai pas à sonder; ils peuvent être du ressort d'une autre de nos Sections, ils ne sont pas du ressort de la nôtre et il suffit de les viser en passant. Mais la question de la population, dont on s'est dans ces derniers temps si justement préoccupé, est au premier chef de notre domaine propre et c'est elle qui est ici en cause. Ce n'est pas exagérer que de dire que tout ce qui porte atteinte à la moralité privée et publique atteint la population à la fois dans son nombre et dans sa qualité. On se plaint de la diminution de la natalité. La cause n'en est-elle pas souvent, bien souvent même, dans le désir de se soustraire aux charges de la famille? Et si l'on a peur de ces charges, n'est-ce pas bien souvent aussi parce que l'on s'est créé des habitudes et des besoins qui les rendent trop lourdes? « Un vice, disait Franklin, coûte plus à nourrir que deux enfants. »

Moins nombreuses, les générations nouvelles sont aussi moins saines et moins vigoureuses, soit parce que, dans bien des cas, elles portent en naissant la marque de l'affaiblissement physique ou moral des générations antérieures, soit parce qu'elles-mêmes, au cours de leur développement, subissent des influences qui ne cessent de le contrarier. Elles sont comme ces pins des Landes, auxquels on soutire, à mesure qu'ils la puisent dans le sol, la sève qui les doit nourrir.

C'est donc, je le répète, la population elle-même, c'est-à-dire la nation, qui est en cause. On a proposé, contre ce qu'on a appelé un peu inexactement la dépopulation de la France, beaucoup de remèdes. Il en est qui ont leur valeur; mais tous resteront vains, ou ne seront tout au plus que de faibles atténuations, aussi longtemps que l'on n'aura pas compris qu'il n'y a rien à faire sans le relèvement des caractères, sans le raffermissement de la famille et de ses bases fondamentales, sans l'habitude de l'empire sur soi-même, et sans ce respect de l'effort au prix duquel doivent être achetées toutes les satisfactions légitimes et qui donne à toutes leur saveur.

Je sais, et je ne veux pas terminer sans en dire un mot, qu'à toutes ces raisons on oppose ce qu'on appelle la liberté et les droits de l'art.

L'art est-il véritablement en cause ici? S'agit-il, à supposer qu'un sculpteur moderne puisse nous donner quelque nouvelle Vénus de Milo ou quelque autre beaucoup moins drapée, de proscrire par avance son chef-d'œuvre? C'est Diderot, je crois, qui a dit : « Ce n'est pas le nu qui est indécent, c'est le retroussé. » C'est, pour parler plus exactement, ce qui a l'intention de l'être. Le nu peut être chaste et l'habillé peut ne pas l'être. Les choses valent par ce qu'on a voulu leur faire dire. En général, on en conviendra, le genre de publications ou de dessins dont il est question, n'a rien à voir avec l'art et ne s'en soucie guère. Ce n'est pas par la supériorité du style ou par la puissance du crayon ou du pinceau que ceux qui s'y livrent cherchent à frapper ou à retenir les yeux. C'est bien plutôt par la grossièreté du trait ou par la crudité du mot. Que si parfois cependant, comme cela arrive en effet, le talent se met de la partie, si quelque écrivain de race, quelque artiste digne de ce nom, ne craint pas de chercher dans des audaces et des effronteries provocantes, des succès et surtout des bénéfices que ne lui procureraient pas au même degré des œuvres honnêtes et recommandables, je n'hésite pas à dire qu'il n'en est que plus coupable et que son talent, au lieu d'être une circonstance atténuante, est au contraire une circonstance aggravante. Jules Romain a fait, dit-on, des tableaux que l'on ne peut voir qu'à huis clos. Cela ne l'empêche pas d'être un grand peintre; mais le fait qu'il est un grand peintre le rend plus inexcusable encore de n'avoir pas laissé, à la place de ces toiles des musées secrets, quelques œuvres de plus à l'admiration des visiteurs des musées publics. Tel auteur célèbre prend à tâche de prouver que le Français, quand il le veut, ne brave pas moins l'honnêteté que le latin. Il montre, dans l'art de remuer le fumier, une aisance et une vigueur que l'on ne peut méconnaître. Cela n'empêche pas son fumier de sentir mauvais et de n'être pas, comme le fumier de ferme, bon à engraisser les champs et à produire le blé qui nourrit les hommes. Cet auteur était capable, et il l'a montré, de faire des œuvres saines et irréprochables. Il n'en est, lui aussi, que plus à plaindre et à blâmer de n'avoir pas réservé, pour se faire une réputation sans tache, tous les dons remarquables dont il a été doué.

Mais admettons qu'il puisse y avoir, à certains points de vue, comme études anatomiques ou pathologiques, utilité à ce que certaines descriptions et certaines peintures soient faites. Encore faudrait-il les laisser à leur place ; ce sont choses à l'adresse d'un public spécial, ou tout au plus, pour pousser la condescendance à ses dernières limites, à l'usage de ceux qui, en connaissance de cause, tiennent à se les procurer ; ce ne sont pas choses à mettre bon gré mal gré sous le regard de tous et à jeter à

pleines mains dans le grand torrent de la publicité. Il est tel livre de médecine qui, pour le médecin ou pour le profane même qui en fait l'objet d'une lecture sérieuse, peut rendre de réels services ; le même livre, hors de sa place, devient immonde comme les plaies qu'il décrit. Là, il vise à guérir ou à prévenir ; ici, il ne peut que nuire et pervertir.

Et c'est pourquoi il n'est pas plus admissible, il est moins admissible encore, de parler de liberté que de parler d'art. La liberté, oh ! c'est la faculté d'agir sans doute comme on le désire, mais dans les limites de ce qui ne porte pas atteinte au droit d'autrui. Les libertés, suivant la comparaison de Quesnay, sont comme les alvéoles de la ruche ; elles se touchent et se pressent sans se confondre. La liberté de l'un suppose la liberté de l'autre ; elles se soutiennent et se bornent mutuellement ; et c'est ce qui a fait dire avec une profondeur admirable : la liberté, c'est le respect des autres. Aussi, est-ce principalement au nom de la liberté qu'il convient de protester contre les empiètements et les débordements de la licence. Si vous avez envie de donner aux passants des coups de bâton, d'incendier les maisons ou de crocheter les serrures, direz-vous que vous usez de votre liberté ? La puissance publique interviendra et c'est comme protectrice de la liberté, qu'elle a le devoir d'intervenir. Il me prend fantaisie de vous verser par ma fenêtre de l'eau sale sur la tête, de vous jeter de la boue à la figure, ou d'établir en pleine rue un amas d'immondices et un foyer d'infection : vous réclamez, et vous avez raison, au nom de la liberté.

Tous les peuples civilisés admettent que diverses professions, utiles cependant, indispensables même, mais désagréables ou dangereuses, comme la fabrication des produits chimiques ou celle des substances explosibles, ne peuvent être exercées, en tout lieu et en tout temps, au milieu des agglomérations et sans garanties pour la sécurité du voisinage. On prend même, contre la contagion matérielle de la peste, du choléra ou de la fièvre typhoïde, des mesures qui ne sont pas toujours du goût de ceux dont elles gênent les mouvements, et l'on s'y résigne parce que la nécessité les impose. Et l'on ne ferait rien contre la propagation de l'infection morale qui peut, trop souvent, se traduire en infection matérielle ! Et l'on entourerait d'une sorte d'inviolabilité superstitieuse l'exercice de la profession, absolument inutile, d'empoisonneur public ! Et l'on souffrirait sans se plaindre que l'on souille à plaisir les yeux et les oreilles, c'est-à-dire l'esprit et le cœur de la jeunesse sans défense ! Et l'on laisserait le champ libre à toutes ces entreprises éhontées contre l'honneur et la force même de la patrie ! En vérité, poser une pareille question, ici tout au moins, c'est la résoudre ; mais il était devenu nécessaire de la poser, et il était grand temps d'élever la voix, car, ainsi que l'a dit encore de Pressensé, on mène de gaîté de cœur la France à la débauche, comme on mène un troupeau à l'abattoir.

Misère morale d'ailleurs, j'y reviens en terminant, et misère matérielle, cela ne se sépare pas à volonté. On parle de paupérisme; on se préoccupe des souffrances et des douleurs de l'humanité. L'origine de nos souffrances est, pour une grande part, dans nos fautes; et l'on aura beau faire, nous récolterons toujours ce que nous aurons semé. En toute chose, c'est à la source qu'il faut aller. « Voulez-vous épuiser l'abîme d'iniquité, disait un jour Laboulaye, souvenez-vous du mot de ce Grec qui avait parié de boire la mer. Travaillez à tarir les fleuves qui l'alimentent. » Et gardez-vous de vous laisser aveugler par l'orgueil des progrès de la science. Je ne sais plus quel philosophe a dit, n'est-ce pas Bacon : « Science sans conscience, n'est que ruine de l'âme. » Il aurait pu ajouter : et ruine du corps.

Mais la Section d'Économie politique n'a pas besoin qu'on lui rappelle ces vérités. Aussi, je le lui dirai en terminant, pour m'excuser, ce n'est pas pour lui rien apprendre que je me suis permis de lui adresser cette communication ; c'est pour apprendre, s'il est possible, par son intermédiaire et grâce à la publicité donnée à ses travaux, quelque chose à ceux qui ont besoin d'apprendre. Je m'estimerais heureux si elle voulait bien consacrer par son approbation les considérations que j'ai cru devoir exposer devant elle.

M. Ad. GUILBAULT

Membre du Conseil de direction de la Caisse d'épargne, à Marseille.

DU PARTAGE DES BÉNÉFICES AVEC LES OUVRIERS

— Séance du 24 septembre 1891 —

L'accession des ouvriers au partage des bénéfices dans les affaires est une question à l'ordre du jour. Elle a tenu sa place à l'Exposition universelle de 1889 et elle doit être examinée sans parti pris. Elle est un des problèmes sociaux que l'avenir doit résoudre, mais dont les éléments sont encore trop entourés d'obscurité pour que la solution en soit prochaine, malgré les quelques essais tentés jusqu'à ce jour.

Et, d'abord, on peut se demander si c'est le droit au bénéfice, dans une proportion quelconque, qui donnera plus de soin, plus de courage à l'ouvrier et par suite procurera plus de gain à l'association. Je suis, pour ma part, fondé à le croire; j'ai pu en juger directement et mon sentiment n'a pas varié sur ce point. Dans les ateliers des Forges et Chantiers, chaque

fois que cela est possible, on donne des travaux à l'entreprise à certains groupes d'ouvriers. Ce sont des travaux sur le prix desquels on a des données antérieures et précises. On leur offre ce prix. Mais, comme la durée de l'opération est quelquefois assez longue, on compte les journées employées comme journées ordinaires; on les paie comme les autres ouvriers, chaque semaine. Quand le travail est fini et reçu, on fait le décompte et l'on verse, au groupe qui l'a entrepris, ce qui a été gagné en plus par suite d'une activité mieux utilisée par l'intérêt personnel. Si, par suite de circonstances indépendantes et rares, le bénéfice est nul, l'ouvrier a touché sa journée accoutumée; s'il y a perte, ce qui est plus rare encore, la Société ne réclame rien, car elle juge qu'elle a profité, dans ce cas, de l'activité plus grande déployée. Si la Société eût fait aux ouvriers l'offre de garder et de capitaliser leurs bénéfices et qu'ils l'eussent acceptée, ces bénéfices leur auraient permis de devenir actionnaires de cette grande affaire. C'est un genre d'association restreint sans doute, mais qui montre l'action de l'intérêt individuel mis en jeu.

La formule de l'association de la main-d'œuvre aux bénéfices de l'industrie n'est pas encore trouvée, et j'ai peur qu'on ne la trouve pas de sitôt, parce qu'elle ne peut être unique. Elle, est au contraire, variée comme la nature des entreprises. Il y a de plus des aléas dont il faut tenir compte. Les affaires ne donnent pas toujours des bénéfices, il y a souvent perte du capital. On peut associer des ouvriers aux bénéfices en réduisant ceux du capital d'apport; on ne peut les associer à des éventualités de pertes. De plus, la détermination du bénéfice ou de la perte des entreprises en cours est chose extrêmement difficile et compliquée. Suivant la manière dont l'industriel entend faire son bilan, les résultats qu'il indique peuvent différer d'une manière qu'on aurait peine à croire, si l'on ne voyait pas souvent une affaire donner des dividendes et peu après s'effondrer en provoquant une surprise générale. Si une affaire, où les ouvriers ont laissé leurs épargnes, se trouve dans ce cas, aura-t-on moyen de sauvegarder les dépôts des ouvriers au détriment des autres créanciers?

Quant au taux du partage des bénéfices entre la main-d'œuvre, la direction et le capital, on n'a pas de bases d'appréciation, attendu que les facteurs du calcul sont extrêmement variables. Les machines prennent de plus en plus la place de l'homme et leur travail forme la partie principale des frais généraux des entreprises : c'est l'intérêt du capital de leur achat; c'est leur dépense de consommation, d'amortissement. Ensuite, ce sont les frais de la Direction administrative et technique, laquelle donne l'impulsion et conduit les affaires. Enfin, l'ouvrier vient mettre ses muscles et son intelligence à la disposition des entreprises pour exécuter la part du travail qui lui a été tracée dans l'œuvre de la production. Tous ces éléments se présentent en proportions diverses, indéterminées,

dont il est difficile d'établir les rapports précis dans les résultats acquis, qui sont le bénéfice partageable. Ce bénéfice, c'est la différence entre le prix de revient des choses et leur prix de vente, non pas probable, mais effectif, après rentrée en caisse. Or, si l'on partage ce bénéfice entre le capital et l'ouvrier, on ne peut en exclure le personnel dirigeant.

Nous venons de définir ce que doit être le bénéfice des entreprises. Il doit ressortir de la comparaison de deux éléments connus : le prix de revient réel et le prix de vente net, dégagé de tous les aléas qui l'entourent : escomptes, réductions et laissés pour compte. Voici pourquoi nous disons revient réel : c'est qu'il doit comprendre, à leur valeur exacte, les éléments qui concourent à la création de l'objet. Ainsi, le tailleur qui a acheté du drap à 10 francs le mètre et qui en emploie plusieurs mètres pour confectionner un vêtement, pourrait-il savoir le prix de revient de ce vêtement s'il calculait la quantité de drap utilisée à un prix inférieur ou supérieur à 10 francs? Evidemment non, car alors, dans le premier cas, il vendrait à perte, dans le second, trop cher, et il perdrait sa clientèle. Le drap qu'il avait acheté 10 francs le mètre n'avait pas été une dépense pour lui, le tailleur avait simplement changé son argent en drap. Le jour où il prend cette marchandise pour en faire un habit, il change le drap de place, il ajoute à sa valeur les menus objets complémentaires, toujours au prix où il les a payés, et y joint le prix du temps des ouvriers confectionneurs, en main-d'œuvre; enfin, il complète la valeur du vêtement par une somme représentant les frais généraux : loyer, impôt, travail, personnel, dont il fait le calcul *a priori* ou sur des données d'expérience, et il en a le prix de revient. La somme qu'il reçoit de son acheteur, en échange, doit le couvrir de ses frais et d'un surplus qui est son bénéfice. En résumé, ce bénéfice seul augmente son capital, tous les autres mouvements ne sont que des rentrées de dépenses faites pour créer l'objet vendu. Nous avons voulu choisir un exemple très simple pour bien faire comprendre la question.

S'occupe-t-on suffisamment du prix de revient? Non, c'est un à peu près dont on se contente et, voici ce qui se passe : D'abord, on ne pense à constater des résultats qu'à la fin d'une année. Alors on fait son inventaire et l'on donne aux marchandises en magasin le prix courant du jour. Or, si ce prix courant est supérieur au prix d'achat, on croit à un bénéfice qui n'existe pas, puisqu'il ne peut être fait que sur la vente effectuée et comparée au revient. Si on évalue les marchandises à un prix inférieur au revient, on indique un bénéfice inexact.

Cette longue explication a pour but de faire comprendre combien la détermination des bénéfices dans les affaires est chose difficile avec les habitudes prises dans le commerce et l'industrie, en l'absence de toute réglementation.

J'ai choisi l'exemple du tailleur, qui est simple et clair; mais si je prenais pour sujet une grande industrie aux produits multiples, dont la matière première doit passer par des manipulations diverses, j'imposerais au lecteur un travail d'attention considérable et fastidieux.

J'ai été chargé de l'organisation de quelques grandes entreprises. On ne s'imagine pas par quelle série d'études il faut passer pour y arriver, combien de questions sont posées, combien de problèmes sont à résoudre. L'industrie agit sur la matière première au moyen des machines et du travail humain. Il faut étudier comment on recevra, comment on conservera, comment on délivrera cette matière première au travail. Il faut en connaître le prix exact pour le porter en compte à la mise en œuvre; prévoir les abus, établir des contrôles et connaître à tout instant l'existant dans les magasins. Celui qui achète ne doit pas être celui qui emploie. Le travail des ouvriers exige des soins plus délicats encore. Il faut les suivre dans tous leurs mouvements, calculer la valeur du travail fait et l'inscrire sous deux formes, au compte de l'ouvrier et au compte du travail : le premier pour le paiement hebdomadaire au travailleur, le second pour fournir les éléments du prix de revient de l'objet produit. Enfin, il faut, par des études préliminaires, souvent très délicates quand on n'a pas de données d'expérience, trouver le moyen le plus régulier d'imputer au prix de revient sa part des frais généraux qui doivent comprendre la dépense d'entretien, l'amortissement des machines, les frais de la direction technique et administrative du personnel de la Société.

Dans les grandes industries, le rapport entre la main-d'œuvre et les frais généraux varie incessamment; mais on régularise les différences en prenant des moyennes qui tournent autour de 75 0/0. Dans les industries personnelles, dans les petits métiers, ces frais sont difficiles à déterminer puisqu'ils représentent l'existence de la famille plus ou moins nombreuse.

Mais la grande difficulté de ces organisations est celle qui résulte du genre de production de l'industrie. En effet, l'objet créé passe souvent par plusieurs transformations avant de devenir définitif. Chaque transformation doit alors être considérée comme provenant d'une usine distincte et être étudiée avec le même soin que l'objet terminé.

L'inscription en écritures de tous ces mouvements n'est pas moins difficile que celle de leur réglementation.

Je voudrais faire un peu de comptabilité pour suivre l'enchaînement des idées et donner à mon raisonnement un appui pris dans la réalité.

Dans tout mouvement de valeurs, déplacement, cession, achat ou vente, il y a toujours deux personnes concourant au mouvement : 1° celle qui livre, 2° celle qui reçoit; la première qui possède, la seconde qui va posséder. Ces personnes sont nommées par leur nom ou par le titre d'un compte qui les représente. Pour inscrire le mouvement, il faut indiquer les deux.

C'est pour répondre à ce besoin de clarté qu'on a imaginé l'écriture digraphique, ou inscription double, du fait de l'échange. Si tous les mouvements de valeurs d'une entreprise ont été bien notés pendant un laps de temps donné, on doit trouver un total égal des deux côtés, c'est-à-dire que le total livré est égal au total reçu. C'est un moyen continu de vérification des écritures.

En outre de la manière de formuler les écritures de l'échange, la comptabilité a pour base cet axiome mathématique : dans une opération, si deux facteurs sont connus, le troisième s'en déduit naturellement. Quels sont, dans les affaires, les deux facteurs connus? Ce sont le prix de revient de l'objet vendu et son prix de vente. Si j'appelle A le prix de revient, B le prix de vente, X le bénéfice ou la perte, nous avons $X = A + B$.

Les comptes ont des fonctions diverses dans la comptabilité. Les uns représentent les valeurs qui composent l'actif du négociant ou de l'industriel à leur prix vrai : c'est le prix de revient. Les autres représentent la clientèle, ou valeur de transaction, c'est le prix de vente. Entre les uns et les autres se placent les comptes de résultats réunissant les différences qui proviennent de l'échange.

Le prix de revient peut et doit être toujours connu ; il ressort des mouvements des valeurs qui ont concouru à la création de l'objet. Ce prix doit être maintenu dans l'inventaire jusqu'à la sortie de l'objet par la vente, d'où la loi capitale des écritures : la permanence des valeurs de l'actif dans l'inventaire.

Ce que je viens de dire suffit pour démontrer combien il est difficile de déterminer avec précision le résultat dans les affaires industrielles. C'est un travail d'ordre, de soins scrupuleux qu'il n'est pas donné à tout le monde de pouvoir faire. Dégager l'inconnu, profits et pertes, qui est le but de tout travail humain, est un problème délicat à résoudre. La loi commerciale donne-t-elle une règle à suivre pour tous les cas? Nullement. Elle se contente de dire que l'on doit écrire tout ce que l'on fait, et dresser un inventaire tous les ans de ses dettes actives et passives, et c'est tout. Sans précision, sans méthode certaine pour dégager les bénéfices des affaires, comment pouvoir y associer des ouvriers? Il faut donc avant tout répondre à ce desideratum, combler cette lacune de la loi en précisant les méthodes à suivre pour que les opérations soient reconnues exactes.

Quand la loi y aura pourvu, on aura fait deux choses : on aura rendu le commerce plus sûr, puisque, chacun connaissant réellement ses affaires, il y aura moins de chutes imprévues, et qu'on pourra toujours s'arrêter à temps; puis on aura permis une étude définitive de la question du partage des bénéfices (1).

(1) En 1889, j'ai fait en collaboration avec M. Eugène Léautey, un livre intitulé : *La science des comptes*, qui est une œuvre de vulgarisation des lois de la comptabilité scientifique que je me fais gloire d'avoir le premier déterminée. Ce livre a obtenu la médaille d'or à l'Exposition universelle de 1889.

Quand la loi aura décrété le mode de détermination scientifique des résultats dans les affaires d'industrie, on aura fait un grand pas dans les études que l'on poursuit maintenant. Alors il deviendra possible d'avoir une connaissance certaine de la part qui pourrait revenir au travail manuel dans l'œuvre de la production; et par travail manuel nous n'entendons pas seulement celui de l'ouvrier chargé d'un outil, mais encore celui de l'employé technique ou administratif attaché à l'entreprise. Il resterait alors en regard le capital et le travail, dont on fait deux antagonistes toujours prêts à se dévorer.

Tout bien vient du travail et le capital est du travail accumulé qu'on peut échanger contre de la main-d'œuvre nouvelle. C'est une force qui a besoin du travail lui-même pour produire. Comme le champ que possède le cultivateur ne produit que par ses soins et son intelligence, de même, sans le capital qui est le champ, le cultivateur ne pourrait faire du blé. Or, le champ et le cultivateur ne sont pas des ennemis, ils sont au contraire deux alliés indispensables. Sans l'un ou sans l'autre, point de récolte.

Le capitaliste qui organise une entreprise industrielle a échangé son argent pour acquérir une usine, la munir de matières premières. Il appelle les ingénieurs, les employés, les ouvriers pour la faire fonctionner. Il paie les uns à l'année, les autres au mois, à la journée par avance, c'est leur part calculée du bénéfice de l'œuvre entreprise. Quant à la sienne, elle est aléatoire, il en subit les hasards. Il perd sa fortune si les choses vont à mal; il profite des bénéfices si l'affaire prospère. C'est l'état actuel de l'industrie. Quoi qu'il arrive, il a payé à ses collaborateurs, et, par avance, leur part dans les bénéfices qu'il espérait faire. Il n'a rien à leur réclamer. Mais une nouvelle école s'élève qui dit : Le travail est tout dans la production, et tous les résultats doivent appartenir à l'ouvrier. Ce sont des utopistes qui veulent refaire la civilisation sur un nouveau modèle; ce sont les « socialistes de l'outil à l'ouvrier. » Mais à côté d'eux sont les socialistes politiciens qui disent : le travail concourt à la production; il doit concourir aux résultats et partager le bénéfice de la production.

Je dois avouer que j'ai une tendance à admettre le partage; mais je viens de démontrer toutes les difficultés que l'application de cette idée rencontre dans la pratique. Les industriels qui ont voulu résolument associer le travail au capital en ont-ils tiré le bénéfice sur lequel ils comptaient : surexcitation de l'énergie du travailleur, amélioration morale de l'associé? Les essais faits jusqu'à présent sont en trop petit nombre pour en juger. Mais, étant convenu qu'on peut admettre l'ouvrier au partage du bénéfice, comment peut se faire ce partage?

Une partie du problème semble pouvoir être soumise à une discussion, c'est celle du partage des bénéfices entre le capital et le travail. Doit-il

rester soumis à l'arbitraire ? Peut-on trouver une proportion qui réponde logiquement aux conditions d'égalité qui doivent présider à tout partage? C'est ce dont je me suis occupé de trouver le moyen pratique.

Le capital d'apport est l'instrument du travail, le champ à labourer; celui qui le fournit a certainement le même droit à rémunération que celui qui le féconde par le travail. De même que l'ouvrier touchera sa journée et le personnel ses appointements, celui qui apporte le capital doit recevoir sa rémunération, c'est l'intérêt de l'argent à un taux qu'il faut fixer d'abord. Ce sont des frais qui, comme le travail de l'ouvrier ou de l'employé, doivent charger le prix de revient de l'objet produit. Voilà donc le capital et le travail mis sur le même pied, et de leur conjonction résulte un bénéfice en fin d'année.

Mais si le travail et le capital sont connus comme dépense, le résultat de leur concours dans l'œuvre de la production est difficile à déterminer. Aucune formule n'a donné la solution de ce problème, que je vais essayer de poser pratiquement.

Faisons une supposition pour exposer clairement la manière dont on pourrait procéder pour connaître le concours des deux facteurs du travail et montrer dans quelle proportion doit être fait le partage des résultats.

Une Société au capital de 5 millions (mettons une raffinerie de sucre qui, dans sa rotation, peut produire huit fois son capital par an) a créé dans une année pour 40 millions de valeurs. Ces valeurs ont nécessité des mouvements de fonds qui peuvent être groupés dans l'ordre que voici :

Travail	Main-d'œuvre. . . . . Fr.	1.400.000	
	Personnel d'administration. . . .	2.000.000	3.400.000
Matières : Valeur des matières premières . . . . . Fr.			32.000.000
TOTAL. . . . . Fr.			35.400.000
Frais généraux : Entretien, consommation, etc.			4.600.000
TOTAL GÉNÉRAL. . . . Fr.			40.000.000

Mais il conviendrait d'en déduire 4.600.000 francs de frais généraux ne pouvant entrer dans le partage des résultats. Il resterait encore 35 millions 400.000 francs pour les éléments partageants. Les 40 millions laissent un bénéfice net de 1 million de francs.

Voilà la proportion dans laquelle entrent les divers éléments du prix de revient. Mais d'où viennent les 32 millions de matières premières? Le travail est-il intervenu pour quelque chose dans le jeu des valeurs qui les ont mises à pied d'œuvre? Aucunement, selon nous. C'est le capital seul qui a permis, par le crédit, par le jeu des sorties et des rentrées de créances, de se les procurer. C'est l'œuvre spéciale du capital, c'est son

crédit mis en jeu qui a tout fait. Le capital a fait l'office du banquier, et comme tel il a droit à une commission sur ces mouvements. C'est le bénéfice de son intervention. Il est clair que le capital est entré pour sa part dans le prix de revient pour 32 millions dans le total des 40 millions créés.

Eh bien! c'est sur cette théorie, que je donne comme personnelle, que je verrais asseoir la part revenant justement aux deux participants, le capital et le travail, de la production industrielle. On peut objecter que nous avons déjà rémunéré le capital par 5 0/0 d'intérêt, ce qui est vrai, mais nous avons également rémunéré le travail, le salaire sur des prix convenus, et je ne vois pas bien pourquoi je laisserais l'œuvre du capital, son crédit et son intervention active, en dehors du prix de revient. Il serait conforme à la juste répartition des bénéfices de les diviser ainsi : Les 1.200 ouvriers et employés de l'usine auraient donc une moyenne de bénéfice de 80 environ chacun à partager au prorata des journées payées.

Serait-ce suffisant pour intéresser l'ouvrier à son travail? Je ne sais. Cependant, il est des industries où l'intervention proportionnelle du travail et du capital présente d'autres combinaisons plus favorables à l'ouvrier, ce sont celles où l'intelligence a plus d'influence sur l'œuvre produite: L'ouvrier, dans la raffinerie, n'a besoin que de ses muscles ; la production est surtout le résultat de la direction intelligente des opérations techniques et du mouvement des capitaux.

Je n'ai d'autre prétention que de montrer dans quel sens on peut poser le problème actuel de la participation aux bénéfices, problème qui prend une importance sociale qu'on ne peut se dissimuler et à laquelle il faudra probablement donner une satisfaction quelle qu'elle soit.

Mais, avant d'en arriver là, il faut rendre la détermination du bénéfice méthodique, scientifique, puis-je dire, pour éviter des ingérences fâcheuses dans les affaires, et laisser aux entreprises leur absolue liberté d'action. Pour cela, il faut réglementer la méthode à suivre dans les écritures, et formuler en loi la permanence des inventaires dans les bilans annuels des affaires.

M. J. CURIE

Lieutenant-Colonel du Génie, en retraite, à Versailles.

REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE DES DIFFÉRENTES OPINIONS DANS LES ÉLECTIONS

— Séance du 24 septembre 1891 —

INTRODUCTION

SYSTÈME DE LA CONCURRENCE DES LISTES ET SYSTÈME PROPOSÉ

Dans un précédent travail, qui a paru en 1889 dans les *Comptes rendus* de l'Association française pour l'avancement des sciences (1), nous avons établi d'abord le principe, à la fois d'équité et de bonne administration, d'après lequel, dans toute assemblée issue de l'élection, *le nombre des représentants de chaque nuance doit être proportionnel au nombre des électeurs de cette nuance.*

Ce principe, dit de la REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE, a déjà reçu un commencement d'application dans divers pays, parmi lesquels il y a lieu de signaler, au premier rang, le Danemark, la Suisse et la Belgique.

Dans ces deux derniers pays, tous ceux qui ont fait une étude sérieuse de la question sont à peu près unanimes à considérer comme la seule solution véritablement bonne, le système de la *concurrence des listes*, qui a été proposé en 1862 à Genève, par M. Antoine Morin, et qui en effet répond parfaitement aux conditions essentielles du problème, quand on a recours, pour faire le dépouillement du scrutin, au procédé imaginé par M. D'Hondt, professeur de droit à l'Université de Gand.

Ce procédé résout très bien la difficulté résultant de ce que, lorsque comme dans toutes les législations en vigueur dans les divers pays, le nombre des députés est fixé à l'avance, la première chose à faire est de déterminer, d'après la répartition des suffrages entre les diverses listes en présence, quel est le *chiffre d'élection*, c'est-à-dire le nombre de voix que doit réunir une liste pour qu'un de ses candidats soit élu.

Nous nous sommes borné à mentionner ce procédé que le défaut d'espace ne nous a pas permis d'exposer en détail et qui d'ailleurs ne nous était pas nécessaire si, comme nous le proposions, on adoptait l'impor-

(1) *Comptes rendus* du Congrès de Paris, 1889, p. 993.

tante simplification consistant à fixer à l'avance, non le *nombre de députés à élire*, mais, ce qui comme résultat revient au même, le *nombre de votes nécessaire pour assurer l'élection d'un candidat*.

L'objet du présent travail est 1° d'exposer comment doit être opéré le dépouillement du scrutin dans le système de la *concurrence des listes*, tel qu'il est sur le point de passer du domaine de la théorie dans celui de la pratique, en Belgique et en Suisse, et 2° de faire voir ensuite de quelle manière on devrait modifier ce qu'il y a à faire dans le *système que nous proposons*, si l'on persistait à fixer, comme on le fait d'ordinaire, le nombre de députés à élire au lieu de décider, comme nous continuons à le demander, que l'on adoptera un chiffre d'élection invariable.

Nous rappelons que *notre système* consiste à *voter pour un nom* et *pour une liste arrêtée à l'avance*, la confection des listes ayant fait l'objet d'un travail préparatoire qu'il importe d'exécuter avec le plus grand soin, et qui est laissé à l'initiative des électeurs.

Ces listes doivent être formées de *noms classés par ordre de préférence;* les différentes listes de même couleur, mais de nuances diverses, peuvent être rattachées les unes aux autres, également dans un ordre de préférence déterminé à l'avance sur chacune d'elles; et bien que le vote se fasse comme aujourd'hui, par département, le rattachement des listes peut avoir lieu d'un département à l'autre. Ainsi le principe du *rattachement des listes entre elles* est complété par celui de la *liberté des circonscriptions électorales*.

L'utilité de laisser aux électeurs la faculté de porter leurs suffrages sur des candidats ou sur des listes étrangères au département avait déjà été signalée, à Genève, sous le nom de *liberté du domicile électoral*, par M. Ernest Naville, qui a jugé à propos de ne pas insister sur ce point spécial, de peur de compromettre le succès de la cause, en compliquant la solution par une question secondaire.

Le système que nous proposons a l'avantage de simplifier d'une manière très sensible les opérations du dépouillement du scrutin ; mais, il faut bien le reconnaître, cet avantage dû au vote, *dans le scrutin officiel* pour un nom et des listes toutes faites, a pour contre-partie une latitude moins grande laissée à l'électeur au moment du vote définitif ; il n'est donc pas indifférent de profiter des simplifications obtenues pour donner aux votants une faculté qui, dans bien des circonstances, pourra seule leur assurer la complète et véritable liberté de leurs choix, la faculté résultant de la liberté des circonscriptions électorales.

Ce qui pourrait déterminer à adopter en France le procédé que nous proposons plutôt que celui auquel on s'est arrêté en Suisse et en Belgique, c'est précisément la simplification qu'il apporte aux opérations du dépouillement et du recensement, simplification qui, dans un grand pays

comme la France, et en présence du suffrage universel, peut devenir une condition essentielle de succès.

Nous nous hâtons d'ajouter que si, d'un côté, nous ôtons aux votants la possibilité de modifier en elles-mêmes les listes arrêtées et déposées à la Préfecture, nous leur laissons, d'un autre côté, toute latitude de participer à la confection de ces listes ainsi que d'en proposer ou d'en adopter d'autres; et que surtout, en permettant de voter *pour un nom d'abord* et *pour une liste ensuite*, nous leur donnons le moyen d'annuler complètement l'effet de ces listes, pour peu qu'un accord quelconque ait pu se faire dans le choix du nom à porter ainsi en tête des bulletins, de telle sorte que le vote pour les listes n'intervient que comme un moyen accessoire de rétablir un accord qui n'a pas pu se faire autrement.

Bien qu'il y ait tout avantage à ce que la préparation des listes ait été opérée avec le plus grand soin, le procédé pourra encore donner de bons résultats, même avec des listes préparées à la hâte, si elles ont été faites par quelques électeurs éclairés et consciencieux. Mais, dans tous les cas, que les choix aient été bien ou mal faits dans la période de préparation, les conditions que réclame le principe de la représentation proportionnelle seront toujours parfaitement remplies par le dispositif du vote officiel.

Nous appellerons encore l'attention sur certains avantages de notre système comparé au système ordinaire de la concurrence des listes. C'est que le dépouillement fait ressortir pour chacun des élus un nombre de voix individuelles ou de voix de listes dont le total est toujours égal à un même chiffre d'élection, tandis que, dans le système ordinaire de la concurrence des listes, d'abord le chiffre d'élection varie d'un département à l'autre; de plus, les élus peuvent n'être en réalité désignés individuellement que par un nombre relativement faible et toujours variable de voix des adhérents de la liste à laquelle ils appartiennent, ce qui peut avoir pour effet une certaine déconsidération apparente qui est évitée dans notre système où les listes sont intégralement acceptées par les votants par le fait même qu'ils les portent sur leurs bulletins et peuvent en outre avoir été préalablement arrêtées en bloc après leur confection, par les réunions qui ont pris part au travail préparatoire.

DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN DANS LE SYSTÈME DE LA CONCURRENCE DES LISTES

Nous allons maintenant exposer comment se font le dépouillement du scrutin et la répartition des sièges entre les candidats, dans le système de la concurrence des listes, par les procédés qu'ont adoptés en Suisse et en Belgique les partisans de la représentation proportionnelle.

Voici d'abord en quoi consiste le procédé de M. D'Hondt pour déterminer le

chiffre répartiteur ou diviseur au moyen duquel on calcule le nombre de sièges à attribuer à chacune des listes en présence.

Reprenons, en le modifiant légèrement, l'exemple que nous avons donné dans les *Comptes rendus* de 1889, p. 1009.

Les nombres de voix réunis par les différentes listes sont :

Liste A	21.500
Liste B	84.000
Liste C	44.000
S =	149.500

Chaque bulletin porte autant de noms, 7, qu'il y a de représentants à nommer.

On divise successivement par 1, 2, 3,... les nombres de bulletins réunis par les différentes listes ; on classe les quotients par ordre décroissant en ayant soin de mentionner les listes auxquels ils appartiennent, et si le nombre de sièges à répartir est 7, on s'arrête au 7e de ces quotients, lequel est le *chiffre répartiteur* cherché. Chaque liste a droit à autant de sièges qu'il y a, parmi ces 7 plus forts quotients, de résultats qui lui appartiennent, ou, ce qui revient au même, à un nombre de sièges égal à la partie entière du quotient de la division du nombre de bulletins obtenus par le chiffre répartiteur. On trouve ainsi :

	A	B	C
1°	21.500	84.000	44.000
2°	10.750	42.000	22.000
3°	$7.166\frac{3}{2}$	28.000	$14.666\frac{2}{3}$
4°		21.000	

	A	B	C
1°		84.000	
2°			44.000
3°		42.000	
4°		28.000	
5°			22.000
6°	21.500		
7°		21.000	

Le dépouillement des noms portés sur les bulletins donne ensuite :

A		B		C	
A_1	19.000	B_1	78.000	C_1	39.000
A_2	18.000	B_2	76.000	C_2	37.000
. . . . .		B_3	75.000	C_3	33.000
		B_4	70.000	. . . . .	
		B_5	65.000		
		. . . . .			

On a donc : Liste B, 4 sièges ; liste C, 2 sièges ; liste A, 1 siège.

Les élus seront : A_1, B_1, B_2, B_3, B_4, C_1, C_2.

Le *chiffre répartiteur* est le 7e des quotients par les nombres 1, 2, 3, 4 ; c'est 21.000.

Il est clair, en effet, que, puisqu'on l'a obtenu en divisant 84.000 par 4, si, inversement, l'on divise 84.000 par 21.000, on obtiendra pour quotient ce même chiffre 4 qui représentera, par suite le nombre de sièges à attribuer à la liste B, ainsi que cela résulte de l'opération même qui a été faite.

De même, en divisant par 21.000 le nombre 44.000 de bulletins réunis par la liste C, on obtiendra le nombre 2 de sièges qui résulte de l'opération, puisque par hypothèse, 21.000 est moindre que 22.000 qui correspond au diviseur 2 et plus grand que $14.666\frac{2}{3}$ qui correspond au diviseur 3.

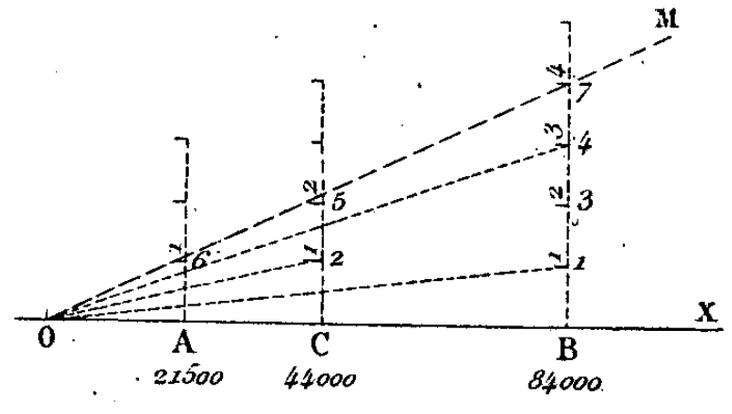
La division de 44.000 par 21.000 donnera donc forcément un quotient compris entre 2 et 3, c'est-à-dire, dont la partie entière sera 2.

Le nombre 21.000 est donc tel que la somme des parties entières des quotients de 21.500, 84.000 et 44.000 par ce diviseur sera égale au nombre 7 de sièges à répartir et que ces trois quotients seront, à une unité près, proportionnels aux nombres de bulletins réunis respectivement par les trois partis.

M. Hagenbach-Bischoff, professeur de physique à l'Université de Bâle, rend sensible, par une construction graphique, dans le numéro d'août-septembre 1890 de la revue *la Représentation proportionnelle*, que publie l'Association réformiste belge, la raison du procédé de M. D'Hondt. A cet effet, sur une ligne droite indéfinie OX, il porte, à partir d'une origine fixe O, des abscisses OA, OB, OC, proportionnelles aux nombres 21.500, 84.000 et 44.000; et aux points A, B et C, il élève des ordonnées perpendiculaires à OB, sur chacune desquelles il marque un certain nombre de points à l'extrémité de longueurs égales comptées sur ces ordonnées, chacun de ces points correspondant à un candidat.

Par le point O, il fait passer une règle mobile qui coïncidera d'abord avec OX et dont l'angle avec cette droite ira en augmentant jusqu'à ce que la règle ait dépassé successivement 7 des points ainsi marqués sur les ordonnées.

Les quotients $\frac{84.000}{1}$, $\frac{44.000}{1}$, $\frac{84.000}{2}$, etc., du procédé de M. D'Hondt sont les cotangentes des angles que fait la règle mobile avec l'axe OX, au moment



où elle passe par les points 1, 2, 3,..., et la dernière de ces cotangentes, qui est $\frac{84.000}{4} = 21.000$, représente le *chiffre répartiteur* de M. D'Hondt.

Le simple aspect de la figure et des triangles semblables qui y sont tracés démontre que la construction graphique de M. Hagenbach, et par conséquent aussi le procédé de M. D'Hondt répartit les sept sièges à partager de manière que les nombres d'élus, qui sont nécessairement des nombres entiers, soient, à une unité près, proportionnels à ceux des suffrages obtenus par les différentes listes.

M. Hagenbach-Bischoff fait remarquer aussi que si l'on désigne par q le nombre de suffrages voulu pour donner droit à un siège, et si le nombre de sièges à répartir est n, on doit avoir $S - nq < q$, car le reste de la division de S par q doit nécessairement être inférieur à q. De là il résulte $q > \frac{S}{n+1}$. Ce quotient q représente la *majorité absolue* dans le cas où $n = 1$, et, d'une manière générale, il conserve, quel que soit n, le même caractère; c'est pourquoi M. Hagenbach le désigne sous le nom de *quotient absolu*, le *chiffre répartiteur* de M. D'Hondt étant le *quotient relatif* qui, lorsque $n = 1$, correspond à la *majorité relative*.

Dans l'exemple ci-dessus, le quotient absolu doit être plus grand que $149.500 : 8 = 18.687\frac{1}{8}$ ou, en nombre entier, $q = 18.688$. Il donne le même résultat que le procédé de M. D'Hondt. Mais il n'en est pas toujours ainsi, et M. Hagenbach trouve que la fraction $\frac{1}{1.2.\ldots.(l-1)}$ représente la probabilité pour que l'emploi de ce *quotient absolu* ne laisse libre aucun des sièges à répartir, le nombre des listes en présence étant l.

Modifions l'exemple ci-dessus et faisons :

A	35.001	1	$: 2 = 17.500\frac{1}{2}$	1	On a $q = \frac{S}{n+1} + \delta = \frac{140.005}{8}$
B	52.502	2	$: 3 = 17.500\frac{2}{3}$	3	$+ \delta = 17.500\frac{5}{8}+\frac{3}{8}$
C	52.502	2	$: 3 = 17.500\frac{2}{3}$	3	$q = 17.501.$
S =	140.005	5		7	

L'emploi du quotient absolu $q = 17.501$ ne donnant que 5 élus, on divise les nombres donnés par les nombres de sièges déjà obtenus, augmentés d'une unité, ce qui ramène au procédé de M. D'Hondt.

Le chiffre répartiteur est alors $17.500\frac{2}{3}$, le plus fort des quotients ainsi obtenus et ce chiffre donne bien les 7 sièges voulus.

Dans les cas très rares où les droits à un siège de plus sont les mêmes pour plusieurs listes et où l'on serait conduit à nommer un candidat de trop, M. Hagenbach propose de favoriser la majorité.

M. Hagenbach-Bischoff démontre que lorsqu'au lieu du quotient absolu $q = \frac{S}{n+1} + \delta$, on fait usage du quotient $q_1 = \frac{S}{n}$ que l'on obtient en divisant le total des suffrages par le nombre n des sièges, sans augmenter ce dernier nombre de l'unité, si le nombre total des sièges n'est pas immédiatement pourvu et si l'on veut éviter d'avoir recours à un second tour de scrutin, il n'est pas permis d'attribuer (voir colonne II ci-dessous) les sièges complémentaires aux listes qui ont obtenu le plus grand nombre de voix, ni de les donner (colonne III) aux plus forts restes de la division par le quotient q_1.

Il donne l'exemple ci-dessous où les résultats des trois procédés en présence sont réunis en tableau : la colonne I représente les résultats du procédé D'Hondt, qui sont les seuls exacts.

		I	II	III
A	4.186	6	5	5
B	2.018	2	3	2
C	1.249	1	1	2
D	968	1	1	1
S =	8.421	10	10	10

Dans la répartition II, le parti B obtient trop de sièges, car $3 : 2.018 = 1 : 672\frac{2}{3}$. Donc $672\frac{2}{3}$ votes de tout autre parti auraient droit à un siège; dès lors A pourrait en réclamer 6, car $6 \times 672\frac{2}{3} = 4.036 < 4.186$; il y aurait donc 11 députés pour 10 sièges qui sont disponibles.

Dans la répartition III, le parti C obtient aussi plus que ce qui lui est dû, car $2 : 1.249 = 1 : 624\frac{1}{2}$; donc $624\frac{1}{2}$ suffrages de tout autre parti auraient droit à un siège, et par suite A pourrait en réclamer 6, car $6 \times 624\frac{1}{2} = 3.747 < 4.186$, ce qui donnerait encore un député de trop.

Ainsi, dans chacune de ces deux répartitions, le résultat est en contradiction avec le principe même de la représentation proportionnelle.

M. Hagenbach fait voir aussi que lorsque l'on veut donner aux plus forts restes les sièges non pourvus, après qu'on a eu recours à ce même quotient q_1, on rend possible une manœuvre dite *de la scission*, qui fausse les résultats du vote.

Ainsi, si l'on suppose la répartition proportionnelle suivante par le procédé D'Hondt :

Libéraux	716	4
Conservateurs. . . .	677	3
	1.393	7

le même résultat sera donné par le système des plus forts restes.

Mais si, comme cela s'est vu dans le canton du Tessin, les conservateurs se partagent en deux groupes, les conservateurs libéraux et les conservateurs populaires, le procédé D'Hondt donne le même résultat que ci-dessus, tandis que le procédé des plus forts restes renverse la proportion.

		Plus forts restes.		Procédé D'Hondt.	
Libéraux	716	3		4	
Conservateurs libéraux. :	352	2	4	2	3.
Conservateurs populaires.	325	2		1	

Nous ajouterons que la *règle à calcul* donne, dans les cas ordinaires, un moyen très expéditif de résoudre la question de la répartition des sièges. En face du nombre S = 149.500 pris sur la règle fixe, on met le nombre $n + 1 = 8$ de la réglette.

Alors, en face de B = 84.000, règle fixe, on lit sur la réglette 4,5, ce qui donne 4; en face de C = 44.000, on voit 2,35, ce qui donne 2; et en face de A = 21,500, on lit 1,15, ce qui donne 1. Cela revient à diviser A, B et C par le *quotient absolu*. Si le résultat n'était pas obtenu immédiatement, il faudrait le compléter en se contentant de la majorité relative. A cet effet, on déplacerait la réglette de droite à gauche, de manière à faire passer à gauche d'un des nombres considérés sur la règle fixe, un nombre d'une unité plus fort, pris sur la réglette, et ainsi de suite jusqu'à ce que le nombre total des nombres obtenus soit égal à n. La règle à calcul serait en défaut dans certains cas, faute d'une approximation suffisante.

Dans le projet de loi belge, les bulletins portent autant de colonnes qu'il y a eu de listes présentées, et l'on vote pour une de ces listes en noircissant un point blanc placé en tête de liste. De même, on peut marquer sa préférence pour tel ou tel nom de la même liste, en noircissant les points blancs placés à côté de ces noms.

On peut aussi voter pour plusieurs noms pris sur les différentes listes, mais à condition de ne pas voter en tête de liste. Quand il y a de ces votes, dits *votes panachés*, pour opérer le dépouillement, il faut multiplier les nombres de bulletins avec vote en tête de liste par n; et à ces chiffres on ajoute pour chaque liste les voix des votes panachés qui se sont portés sur cette liste.

La raison de cette variante est qu'au lieu de prendre pour unité le bulletin de vote qui porte n noms, il faut, quand on veut tenir compte des votes panachés, prendre pour unité la voix donnée sur les bulletins à un nom. Alors un bulletin vaut n voix, ce qui justifie l'opération indiquée. Le reste de l'opération se fait par le procédé de M. D'Hondt comme dans les cas précédents.

Le projet de loi belge résout d'une manière assez satisfaisante la difficulté que

présentent les élections partielles au point de vue de la représentation proportionnelle. Le vote fait connaître si le parti auquel appartenait le représentant à remplacera conservé la même force qu'aux élections générales précédentes. Dans ce cas le siège pour lequel on vote appartient à ce parti ; dans le cas contraire, il appartiendra au parti le plus fort. La règle devrait être plutôt de l'attribuer au parti pour lequel, à l'élection partielle, l'application du procédé de M. D'Hondt ferait gagner un siège.

Dans le canton de Bâle-Ville, la minorité de la Commission du Grand-Conseil qui a présenté le 17 avril 1890 son rapport au sujet de l'adoption de la représentation proportionnelle, a proposé d'admettre le vote cumulatif. M. Hagenbach-Bischoff, dans une brochure publiée en 1888 en vue de l'introduction du système de la représentation proportionnelle, proposait même non seulement d'admettre le vote cumulatif, mais encore de l'appliquer d'office aux bulletins incomplets.

ÉTAT DE LA QUESTION, PRINCIPALEMENT EN SUISSE ET EN BELGIQUE

Voici où en sont les progrès de la représentation proportionnelle dans les pays où cette question est à l'étude.

Dans le canton de Bâle-Ville, le 23 novembre 1890, a eu lieu un vote populaire au sujet d'une pétition présentée au Grand-Conseil pour l'adoption de la représentation proportionnelle d'après un projet à la rédaction duquel M. Hagenbach-Bischoff, avait pris une large part. Le résultat n'a pas été favorable : le projet a été repoussé par 4.217 *non* contre 2.755 *oui*. Le vote avait été précédé d'un essai en grand qui a parfaitement réussi, mais auquel les opposants ont évité d'assister.

A Berne, il y a également à signaler un échec partiel. Mais un succès décisif a été obtenu dans le canton du Tessin où le Conseil fédéral a mis fin à une situation anormale en imposant au canton le vote proportionnel. La nouvelle constitution, qui en consacre le principe, a été acceptée par le peuple.

A Genève, le Grand-Conseil est saisi d'un projet de loi constitutionnelle qui admettrait le principe de la représentation proportionnelle et en laisserait l'application à une loi organique (1).

En Danemark, le système D'Hondt a été adopté pour la nomination des Comités de la Chambre des députés, grâce à la persistance de M. Bajer, et l'expérience qui en a été faite a désarmé tous les opposants.

En Belgique, tout dernièrement, la Section centrale des représentants a voté l'application du système proportionnel pour l'élection des membres

(1) Au moment de mettre sous presse, nous ajoutons les faits suivants :

En Suisse, par une loi en date du 28 octobre 1891, la représentation proportionnelle a été adoptée dans le canton de Neuchâtel.

Il a été fait, à Genève, le 13 décembre, un essai pratique pour l'élection de 37 députés, qui a donné des résultats très satisfaisants, malgré les efforts faits par les opposants en vue de fausser le résultat du vote.

Enfin, le 20 décembre 1891, a eu lieu à Castagnola, dans le canton du Tessin, l'élection de 7 conseillers municipaux, dont les sièges avaient, jusqu'alors, été tous occupés par des radicaux. La représentation proportionnelle a attribué quatre sièges aux radicaux et trois aux conservateurs. De plus, un suppléant a été désigné pour chacune des deux listes.

Dans le même canton, aux élections générales du 6 mars 1892, renonçant au système fautif des fractions forcées, on a appliqué le procédé de Neuchâtel qui favorise les plus forts partis, ce qui a donné 50 conservateurs au lieu de 47 et 45 radicaux au lieu de 48 qu'il aurait fallu.

des Conseils provinciaux et ce projet ne doit pas tarder à être mis en délibération.

DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN ET RECENSEMENT DANS LE SYSTÈME PROPOSÉ

1° *Cas où le nombre de représentants à élire est fixé par la loi.*

Nous allons maintenant faire voir, avec quelques détails, en quoi consisteront les opérations du dépouillement du scrutin et du recensement dans le système que nous proposons, du *vote pour un nom et une liste rattachée à d'autres listes, avec liberté des circonscriptions électorales*, en supposant d'abord *le nombre des députés à élire fixé à l'avance.*

Nous représentons par A_1, A'_1, A''_1, ... les noms des candidats du parti A appartenant à la liste a_1, par A_2, A'_2, A''_2, ..., les noms portés sur la liste a_2, et nous supposons les listes a_1, a_2, ..., rattachées entre elles dans l'ordre de leurs indices, et rattachées ensuite à la liste centrale A, et ainsi de suite. Nous supposons aussi que le nom B'_1 soit porté sur les quatre listes b_1, b_2, b_3, b_4.

	A		B				C	
Listes	a_1	a_2	b_1	b_2	b_3	b_4	c_1	c_2
	A_1	A_2	B_1	B_2	B'_1	B_4	C_1	C_2
	A'_1	A'_2	B'_1	B'_1	B_3	B'_1	C'_1	C'_2
	A''_1	A''_2	B''_1	B''_2	B'_3	B'_4	C''_1	C''_2
	. . . . .		B'''_1	B'''_2	. . . . .		. . . . .	
			. . . . .					

De la sorte A_1a_1 et A'_1a_1 représenteront les votes pour le nom A_1 et la liste a_1, le nom A'_1 et la liste a_1, et ainsi de suite.

Le tableau suivant fait voir la répartition des votes des électeurs des trois partis A, B et C, dans le département que nous avons pris pour exemple, plus haut, quand il s'agissait du système de M. D'Hondt.

Dans la pratique, il faudrait que l'élection portât sur onze ou quatorze noms, au lieu de sept, pour former une liste supplémentaire destinée à pourvoir aux vacances possibles. Nous nous bornons à supposer l'élection de sept députés, pour éviter de compliquer sans nécessité les détails de l'opération.

A		B		C	
A_1	4.000	B_1	8.000	C_1	21.000
		B'_1	5.000	C'_1	3.000
A_1a_1	5.000	B_1b_1	25.000	C'_1c_1	8.000
A_2a_2	1.500	B'_1b_1	10.000	C_2	1.000
		B_2	1.000		
a_1	11.000	B_2b_2	7.000	C_2c_2	1.000
		b_1	11.000	c_1	9.000
		b_2	13.000	c_2	1.000
		b_3	2.000		
		b_4	2.000		
	21.500		84.000		44.000

Si l'on suppose que le nombre total des votants calculé à Paris d'après les dépêches télégraphiques adressées par les préfets soit 11.779.460, le nombre

total des députés à élire étant 588, au lieu de diviser le nombre des votants par $n = 588$, comme nous l'indiquions page 1012 de notre article de 1889, on le divisera par $n + 1 = 589$, pour avoir le *quotient absolu* de M. Hagenbach. On trouve ainsi $q = \frac{S}{n+1} + \delta = 19.999\ \frac{49}{589} + \delta = 20.000$, pour $\delta = \frac{540}{589}$. Ce *quotient absolu* 20.000 sera télégraphié dans tous les départements et sera employé dans tous les bureaux de dépouillement et de recensement pour l'opération de la répartition des sièges.

Le dépouillement au chef-lieu du département donnera successivement :

A_1	4.000	B_1	8.000	B_2	1.000	B'_1	5.000	C_1	20.000 élu.
A_1a_1	5.000	B_1b_1	12.000	B_2b_2	7.000	B'_1b_1	10.000	C'_1	3.000
a_1	11.000	B_1	20.000 élu.	b_2	12.000	b_2	1.000		
A_1	20.000 élu,	B_1b_1	13.000	B_2	20.000 élu,	b_3	2.000	C'_1c_1	8.000
		b_1	7.000			b_4	2.000	c_1	9.000
		B''_1	20.000 élu,			B'_1	20.000 élu.	C'_1	20.000 élu.

Répartition										A reporter		Votes perdus	
de B_1b_1		de b_1		de b_2		de C_1				A_2a_2	1.500		
Sur B_1	12.000	Sur B''_1	7.000	Sur B_2	12.000	Sur C_1	20.000	b_1	4.000	C_1	1.000		
B''_1	13.000	A reporter	4.000	B'_1	1.000	Votes perdus	1.000	C_2c_2	1.000	C_2	1.000		
Total	25.000	Total	11.000	Total	13.000	Total	21.000	c_2	1.000	Total	2.000		
								A reporter	7.500				

On remarquera, dans cet exemple, comment les choses se passent quand un nom figure sur plusieurs listes. Ainsi B'_1 figure deuxième sur la liste b_1, puis deuxième sur b_2, premier sur b_3 et deuxième sur b_4. Il est élu par les votes suivants : 1° sur son nom seul, 5.000 voix ; 2° sur son nom suivi de la liste b_1, 10.000 ; 3° sur la liste b_2, après le prélèvement de 12.000 voix qui complètent l'élection de B_2, le nom B'_1 y figurant le deuxième, 1000 ; 4° sur b_3 où B'_1 figure le premier, 2,000 ; 5° sur b_4 qui ne réunit que 2.000 voix et où il ne figure que deuxième, cette liste étant rattachée aux précédentes, 2.000 ; total des voix : 20.000. Les bulletins portant la liste b_4 ne profitent à B'_1 que par suite du rattachement de cette liste aux autres du parti B. Comme on le voit, la présence d'un nom sur plusieurs listes n'ajoute pas, ainsi que nous l'avions cru d'abord, de difficulté sérieuse au dépouillement.

En résumé, dans le département, on proclamera élus : A_1, B_1, B_2, B'_1, B''_1, C_1 et C'_1 ; et 7.500 votes seront à reporter pour être utilisés au recensement.

Voici maintenant comment s'effectuera, *au recensement général*, la répartition entre les différentes listes, des votes reportés pour être utilisés par les listes de même couleur, mais de nuances différentes. Les couleurs A, B et C réuniront les votes suivants :

A		B		C	
Listes a_2 (de A_2a_2)	1.500	Listes b_1 (comprenant les 4.000 ci-dessus.)	19.000	Listes c_2 (C_2c_2 1.000 c_2 1.000)	2.000
a_3	9.000	b_2	18.000	c_3	13.000
a_4	19.000	b_3	10.000	c_4	21.000
a_5	27.000	b_4	3.960	c_5	23.000
	56.500	b_5	2.000	c_6	29.000
			52.960		88.000

En complétant les chiffres obtenus par les listes qui ont réuni le plus grand nombre de voix, au moyen des voix provenant des listes qui en ont obtenu le moins, on trouve :

a_5	20.000 un élu	c_6	20.000 un élu	c_3	13.000	b_1	19.000
				c_4	1.000	b_5	1.000
a_4	19.000	c_5	20.000 un élu	c_2	2.000		20.000 un élu
				c_5	3.000		de b_1.
a_2	1.000	c_4	20.000 un élu	c_6	1.000	b_2	18.000
	20.000 un élu				20.000 un élu	b_5	1.000
	de a_4				de c_3	b_4	1.000
Reste :							20.000 un élu
a_5	7.000	c_6	8.000	b_3	10.000		de b_2.
a_3	9.000			b_4	2.960		
a_2	500						

Si les listes des partis A et C sont rattachées entre elles, on aura encore :

a_3	9.000
a_5	7.000
a_2	500
c_6	3.500
	20.000 un élu de a_3.

Il restera finalement :

Votes perdus :	C_1 et C_2	2.000
	b_3	10.000
	b_4	2.960
	c_6	4.500
	TOTAL . . .	19.460

Ce total doit être égal au reste de la division de 11.779.460 par 20.000, qui donne $11.779.460 = 20.000 \times 588 + 19.460$. Ce reste étant nécessairement moindre que 20.000, il n'y aura aucun siège perdu, ce qui devait être, parce que, de fait, par le rattachement des listes, on a été ramené au cas de deux listes, dans lequel il ne doit rester aucun siège non occupé, après que l'on a appliqué le procédé du *quotient absolu* de M. Hagenbach-Bischoff, puisque la probabilité $\frac{1}{1.2.(l-1)}$ devient égale à 1 quand $l = 2$.

Le nombre de votes perdus serait toutefois plus fort que nous venons de le supposer, si un grand nombre d'électeurs n'avaient pas eu soin, en votant pour un nom, de voter en même temps pour une liste.

Ainsi, outre les élus proclamés dans les départements, le recensement général donnera trois élus de la couleur A, deux de la couleur B et quatre de la couleur C, et le nombre total des élus sera 588.

2° *Cas où le chiffre d'élection est fixé par la loi.*

Dans le système que nous proposons, sans fixation préalable du nombre de députés à élire, c'est le *chiffre d'élection* 20.000 *qui aura été fixé à l'avance.*

Il en résultera une grande simplification, puisqu'il ne sera plus nécessaire des totaliser immédiatement le nombre S des votes du pays tout entier. Du reste, le

chiffre d'élection 20.000 étant donné et le total des votes étant S = 11.799.460, on aboutira encore à l'élection de 588 députés et à 19.460 votes perdus.

Le détail du dépouillement et de la répartition des sièges sera d'ailleurs exactement le même que dans le cas où c'est le nombre de députés qui est donné.

Ce qui précède fait voir que l'ensemble des opérations à effectuer est fort simple.

IMPORTANCE DES OPÉRATIONS PRÉPARATOIRES

La principale objection que l'on puisse faire au système proposé portera certainement sur les *opérations préparatoires* qui doivent conduire à soumettre au vote des listes toutes faites auxquelles rien ne sera changé après leur dépôt à la Préfecture.

La difficulté de ces opérations sera notablement diminuée par le fait qu'aux réunions préparatoires il n'assistera que des électeurs d'une même opinion, ce qui permettra d'avoir recours au scrutin de liste ordinaire, d'autant plus qu'il s'agit plutôt de proposer des noms que de procéder à un véritable vote. En votant pour un nombre de noms de moitié en plus ou double de ceux que le parti espère pouvoir élire, avec vote cumulatif non seulement facultatif, mais appliqué d'office (1), on formera facilement une liste indéfinie de noms bien classés, que l'on réduira à ce nombre moitié en plus ou double, pour avoir des suppléants en nombre moitié des élus ou égal à ce nombre. Cette réduction ne devra être effectuée que quand on aura centralisé les votes et les listes indéfinies des réunions locales préparatoires, soit au chef-lieu, soit ailleurs, et formé ainsi une liste générale indéfinie de noms classés d'après les nombres de voix qu'ils ont obtenus.

Si, au lieu de noms isolés, le vote mettait en présence des listes de tendances diverses, la répartition des voix, au chef-lieu, devrait être faite par le procédé de M. D'Hondt.

Une fois la liste arrêtée, il sera bon de la faire accepter en bloc par les réunions diverses qui ont participé à sa confection, pour lui donner la sanction définitive du plus grand nombre de suffrages possible, nombre qu'il conviendra de publier avec la liste.

On votera en même temps pour le rattachement des différentes listes entre elles, dans un ordre déterminé et avec un comité central.

Les mécontents seront libres, du reste, d'aller se grouper ailleurs pour former une liste différente.

Il nous avait semblé d'abord que la présence d'un nom sur plusieurs listes ne permettait pas de faire profiter ce nom des votes en faveur de ces différentes listes. Mais le tableau de la répartition des votes fait voir

(1) Dans le vote cumulatif appliqué d'office, comme le propose M. Hagenbach-Bischoff, s'il y a à voter pour quatorze noms et qu'un bulletin n'en porte que trois, on répétera ces trois noms quatre fois, ce qui fait douze et une cinquième fois les deux premiers, ce qui fait deux de plus ou quatorze.

que ces différents votes sont facilement utilisés, pourvu que le nom figure à un rang qui le fasse entrer en ligne.

Le tableau démontre bien, d'ailleurs, que l'influence des listes ainsi faites ne sera décisive qu'à la condition qu'elles soient adoptées par les électeurs au scrutin officiel. Mais si cette influence ne s'impose pas de force, elle aura pour effet certain d'engager les électeurs à faire choix, sur ces listes, des noms qu'ils porteront en tête de leur bulletin; car, tout en conservant leur liberté de vote, ils se ménageront ainsi les plus grandes chances de faire triompher le candidat auquel ils donneront leur préférence. Il y a là une raison de plus pour que les listes soient formées avec le plus grand soin.

Quoi qu'il en soit, il ne faut pas oublier qu'aucun scrutin n'est possible sans une certaine entente entre les votants, et le travail préparatoire des listes est indispensable pour établir cette entente.

La nécessité, dans notre système, de listes toutes faites, où les noms sont classés par ordre de préférence, n'enchaîne pas d'ailleurs la liberté de l'électeur, car, d'abord, il aura pris part, le plus souvent, à la confection, dans les réunions préparatoires, de la liste pour laquelle il votera; ensuite, votant pour un nom dans une circonscription plurinominale, il use de sa pleine et entière liberté; enfin, pour le cas où ce vote serait perdu, il use encore de sa liberté en votant pour la liste qu'il préfère.

Nous rappelons enfin qu'il n'y aura pas de scrutin de ballottage et pas d'élections partielles, et que les sièges devenus libres seront occupés par des titulaires pris parmi les suppléants, à la suite des listes sur lesquelles les représentants à remplacer ont été élus.

RÉSUMÉ

Nous avons complété, dans les pages qui précèdent, l'exposé du système de la CONCURRENCE DES LISTES, tel qu'il est sur le point d'être adopté en Belgique et dans certains cantons de la Suisse; et nous avons fait voir qu'avec le *procédé de M. D'Hondt* ou la variante proposée par *M. Hagenbach-Bischoff*, le problème de la représentation proportionnelle est résolu dans les conditions ordinaires où ce problème se présente.

Nous avons ensuite montré, sur un exemple plus détaillé que celui qui est donné dans notre travail de 1889, le mécanisme du système que nous proposons et qui consiste dans le VOTE POUR UN NOM ET POUR UNE LISTE, avec RATTACHEMENT DES LISTES ENTRE ELLES et LIBERTÉ DES CIRCONSCRIPTIONS ÉLECTORALES. Cette solution, intermédiaire entre le système de Hare ou du quotient et celui de la concurrence des listes, simplifie les opérations du dépouillement, surtout quand le *chiffre d'élection* est fixé à l'avance; il a l'inconvénient de ne pas permettre, au scrutin officiel, de modifier l'ordre

des noms portés sur les listes déposées à la Préfecture avant le vote; mais si les noms inscrits en tête des bulletins y ont été portés à la suite d'un accord bien établi entre les votants, l'influence des listes, qui n'ont pour objet que de corriger le défaut d'entente dans ce vote pour un nom, peut être rendue nulle.

Le *rattachement des listes entre elles* rend possible de faire en sorte que le nombre total des voix perdues dans tout le pays soit inférieur au chiffre d'élection.

Le *principe de la liberté des circonscriptions électorales* permet à une faible minorité éparpillée dans tout le pays d'avoir une représentation propre pour défendre au Parlement ses intérêts communs; et il assure aux grands partis le moyen d'utiliser d'importants groupes de voix qui pourraient être, dans un grand nombre de départements, très voisins du chiffre d'élection, et d'éviter ainsi de perdre un nombre considérable de sièges.

Enfin, le système proposé, sans rien changer aux circonscriptions électorales du scrutin de liste, a l'avantage très appréciable de ramener, de fait, le vote dans le pays tout entier, au cas de deux listes en présence, dans une circonscription unique.

Pour le bon fonctionnement de ce système, il importe que le travail préparatoire de la formation des listes soit fait avec le plus grand soin; mais quand même les listes auraient été mal faites, le vote officiel assurera toujours à chaque parti le nombre de représentants auquel il a droit.

En terminant, nous ferons remarquer qu'une des principales objections que l'on fait à l'adoption de la représentation proportionnelle consiste à lui reprocher de n'aboutir à un résultat que par des procédés trop scientifiques. Nous retournerons purement et simplement cette objection contre ceux qui persistent à vouloir que l'on fixe à l'avance le nombre de députés à élire par circonscription électorale. C'est cette condition qui complique la question, oblige à avoir recours au procédé de M. D'Hondt et rend inégaux, dans ce système, les chiffres d'élection des différentes circonscriptions.

Que l'on veuille bien renoncer à fixer les nombres de députés à élire, et fixer au contraire, une fois pour toutes; le *chiffre d'élection*, et toute difficulté disparaît.

M. BARBIER-DELAYENS

à Nice.

MÉTHODE SIMPLIFIÉE DE COMPTABILITÉ

— Séance du 24 septembre 1891 —

La comptabilité commerciale et industrielle a une importance économique considérable. Ce sont des milliards que cette modeste science est chargée d'enregistrer. On chiffre par centaines de millions les pertes occasionnées par des écritures mal organisées. La Section d'Économie politique, qui étudie comment s'acquiert et se conserve la richesse des nations, ne peut qu'accueillir favorablement un travail ayant pour but de faciliter la tenue des écritures commerciales et industrielles.

La méthode que j'expose est basée sur l'inscription des achats dans une colonne, près de laquelle une autre colonne reçoit les paiements ; la différence entre les achats et les paiements indique ce que le commerçant redoit à ses fournisseurs.

Sur une autre page sont inscrites les ventes, avec la colonne pour les recettes, la différence est due au commerçant.

Les petites colonnes : rabais, rendu, servent à inscrire les sommes à déduire, soit à la vente, soit à l'achat.

Toute la méthode serait comprise dans ces quelques lignes, si le commerçant se bornait à vendre et à acheter ; mais une foule de comptes sont ou peuvent être nécessaires, tels sont : les comptes de banquiers, de propriétés, de matériel industriel, de capital, pertes et profits, etc., etc.; de tous ces comptes nous formons un compte collectif et nous l'intitulons Divers.

Si on jette un coup d'œil aux tableaux ci-après, on voit que le point de départ est l'Inventaire ; qu'en outre des comptes Caisse, Effets et Marchandises, notre synthèse ne comprend que trois comptes : les Clients, les Fournisseurs et les Divers (ces trois comptes résumés en leur solde se modifieront chaque jour et seront en équation pendant tout l'exercice); la situation du commerçant se résumera en cinq lignes (Voir *Inventaire 1^er^ janvier* ci-dessous).

A la fin de l'exercice, notre journal, résumé en une ligne chaque jour, durant un mois, en un tableau *ad hoc*, nous donnera exactement le prix coûtant de l'ensemble des marchandises, colonne Achats et Dépenses.

Folios au Grand-Livre

JOURNAL-CAISSE

1er janvier 1891.

		VENTES ET RECETTES						AVOIR et reçu DE DIVERS	
		VENDU au comptant et à terme		RABAIS ET RENDU		REÇU ventes comptant et à terme			
	Ventes au comptant (on détaille ou non à volonté)	415	00	1	00	414	00		
Doit :	André, ma facture (on détaille si on ne se sert d'un livre *ad hoc*).	350	00						
Doit :	Lefebvre, ma facture	140	00						
Avoir :	André, 350 francs, ma traite 348, escompte 2. .			2	00	348	00		
Avoir :	Lefebvre, client, reçu par Léon, voyageur . . .					140	00		
Avoir :	Gudin, banquier, intérêts de son compte . . .							15	00
	(Chaque journée est portée à un résumé qui totalise les opérations du mois) .	905	00	3	00	902	00	15	00
	Reçu 902 + 15 = 917 / En caisse le 31 déc. 4.500 = 5.417 — A déduire rabais.	3	00						
	Net vendu . .	902	00						

JOURNAL-CAISSE

1er janvier 1891.

		DÉPENSES ET PAIEMENTS						DOIVENT et payé A DIVERS	
		DÉPENSES comptant et à terme		RABAIS RENDU		PAYÉ achats comptant et à terme			
	Achats comptant	125	00			125	00		
	Ports, appointements payés	225	00			225	00		
Avoir :	Mahieu, sa facture	2.005	00						
Doivent :	Effets remboursés, Ansart protesté							268	00
Doit :	Léon, voyageur, reçu chez Lefebvre, client .							140	00
	Intérêts, compte Gudin, banquier	15	00			15	00		
Doit :	Mahieu, payé sa traite.			10	00	940	00		
	(On porte les opérations de chaque jour au résumé qui totalise les mois).	2.370	00	10	00	1.305	00	408	00
	Payé 1.305 + 408 = 1.713 / En caisse le 1er janvier 3.704 = 5.417 — A déduire.	10	00						
	Net. . . .	2.360	00						

LIVRE D'INVENTAIRES

	Invent. 31 déc. 1890. ACTIF		Invent. 31 déc. 1890. PASSIF			Invent. 1er janv. 1891. ACTIF		Invent. 1er janv. 1891. PASSIF	
Espèces et effets. .	4.500	00			Esp. et Eff. 4.500 + Reçu 917 — Payé 1.713 =	3.704	00		
Marchandises . . .	15.000	00			Marchses 15.000 + Acheté 2.360 — Vendu 902 =	16.458	00		
Clients	1.375	00			Clients 1.375 + Vendu 902 — Reçu 902 =	1.375	00		
Divers.			14.775	00	Divers 14.775 + Reçu 15 — Payé 408 =			14.382	00
Fournisseurs . . .			6.100	00	Fournisseurs 6.100 + Acheté 2.360 — Payé 1.305 =			7.155	00
	20.875	00	20.875	00		21.537	00	21.537	00

Trois modèles de Grand-Livre se divisant en trois parties : Clients, Fournisseurs et Divers.

ANDRÉ, négt, Rue des Arts, à Lille (Nord) DOIT				ANDRÉ, négt, rue des Arts, à Lille. DOIT				ANDRÉ, négt, rue des Arts, à Lille. AVOIR				ANDRÉ, négociant, rue des Arts, à Lille. DOIT				ANDRÉ, négociant, rue des Arts, à Lille. AVOIR			
1er janv.	a	350	00	1er janv.	a	350	00	1er janv.	a	350	00	1er janv.	m/facture	a	350	00	1er janv.	Traite 348	a	350	00
1er janv.	a	350	00																		
Avoir																					

Le Journal-Caisse, dans la colonne VENDU, totalise les ventes diminuées par les rabais et rendus ; la colonne REÇU, toutes les recettes réalisées sur les ventes ; la différence entre les ventes et les recettes est le débit des clients. — Ce résultat est obtenu, pour les fournisseurs, par les colonnes DÉPENSES et PAIEMENTS, le compte collectif FOURNISSEURS est toujours prêt pour l'inventaire, qui peut se faire chaque jour, mais que, dans la pratique, on ne fait que chaque mois. Le compte collectif DIVERS s'obtient aussi facilement, ainsi qu'on peut le voir à l'inventaire du 1er janvier.

Le Grand-Livre, que nous divisons en trois parties, correspondant aux comptes collectifs, peut recevoir de nombreuses modifications, suivant les besoins ; on classant les clients par lettres alphabétiques, il sert en même temps de répertoire, facilite les balances mensuelles, qu'on établit par série de quatre lettres ; si une erreur existe, elle est circonscrite, on la recherche dans une partie du Grand-Livre au lieu d'être obligé à une vérification totale.

Ajoutons leur valeur au commencement de l'exercice, déduisons les ventes, le restant sera le prix coûtant des marchandises restant en magasin ; si nous évaluons celles-ci à leur valeur, nous constaterons si nous sommes en perte ou en bénéfice; il est évident que, s'il nous reste plus, nous avons gagné, et perdu si les marchandises valent moins qu'elles n'ont coûté.

Les comptes collectifs étant donnés par le Journal, nous n'avons à reporter au Grand-Livre que les comptes personnels et de choses ; et afin de vérifier facilement si le solde des différents comptes concorde avec le Journal, notre Grand-Livre sera divisé en trois volumes, ou en trois parties : 1re partie, CLIENTS ; 2e, FOURNISSEURS ; 3e, DIVERS.

Les comptes des clients étant habituellement très nombreux, nous les classerons par lettres alphabétiques.

Nous utiliserons mieux notre Grand-Livre qu'on ne le fait habituellement, sans autre raison que l'habitude; généralement aucun autre détail que celui de *m/ facture, sa remise*, n'est donné; pourquoi ne pas nous borner à l'indication de la date et de la somme, sauf à recourir au Journal si nous en avons besoin ?

Les modèles ci-dessus montrent combien on peut restreindre le Grand-Livre sans y rien perdre en indications utiles.

Non seulement nous économiserons sur les registres, et le temps à employer aux reports des articles, mais nous rendrons faciles les vérifications; le classement alphabétique nous permet de faire la Balance mensuelle en suivant les lettres; une erreur étant circonscrite, la partie seule du Grand-Livre qui la renferme aura besoin d'être pointée. Nous avons même préparé chez un négociant qui nous a consulté un tableau ou chiffrier par catégorie de quatre lettres, ce qui ne demande que six colonnes, la balance est faite journellement et additionnée à la fin de chaque mois; cela demande peu de temps, toute erreur est rectifiée, et le travail se faisant chaque jour permet une grande régularité.

Notre méthode se prête bien à une division du Journal, par différents livres auxiliaires qui se centralisant en une ligne résument toutes les opérations de la journée; un carnet de Frais généraux rend de réels services en permettant de classer en autant de colonnes les dépenses qu'on a intérêt à connaître. Dans les maisons de détail, une caisse pour la vente au comptant est nécessaire, il suffit d'en porter en bloc le montant de chaque jour. Enfin, nous avons pu, en une quarantaine de pages, tenir le compte de près de trois cents fournisseurs, en classant ces comptes alphabétiquement ; il est vrai que la maison payant très régulièrement, nous n'avions pas à craindre de confusion.

Ce modeste travail n'a pas la prétention d'avoir épuisé les améliorations comptables; d'autres sont entrevues. J'ajouterai que j'ai vu, à Boulogne-

sur-Mer, une machine donnant la note des ventes au comptant pour les clients, et conservant pour le commerçant la note en chiffres de toutes les ventes de la journée! Industriels et commerçants, accordez à la comptabilité toute l'importance qu'elle mérite; soyez persuadé que tout se tient en industrie; cette science vous avertit à temps de vos prévisions trop optimistes, elle aide au succès, et en faisant vos affaires elle contribue à la puissance financière de la France.

M. ALLUARD

Professeur honoraire de la Faculté des Sciences de Clermont.

LES PROFESSEURS HONORAIRES DE FACULTÉ

— Séance du 21 septembre 1891 —

J'ai l'honneur de soumettre à votre examen et à votre approbation les propositions suivantes qui pourraient être admises sous forme de vœux :

Lorsque les professeurs de Facultés de Médecine et des Sciences, par des raisons de santé ou de limite d'âge, sont obligés de quitter leurs fonctions, ils se trouvent subitement privés de tous moyens d'étude.

Nous demandons que :

1° Un laboratoire leur soit réservé dans la Faculté où ils ont enseigné;

2° Ils puissent se servir des collections de ladite Faculté au même titre que les autres professeurs;

3° Des crédits annuels leur soient accordés par l'État, soit pour continuer des travaux déjà commencés, soit pour entreprendre des recherches nouvelles.

Ces propositions ont à peine besoin d'être développées.

Dans le rapport annexé au décret du 28 décembre 1885, qui a réorganisé l'Enseignement supérieur, M. Liard, directeur de cet Enseignement au Ministère de l'Instruction publique, auquel nous devons tant d'excellentes réformes, exprime le regret de ne pas pouvoir nommer des professeurs adjoints près des professeurs titulaires que l'âge ou les maladies ont affaiblis, de manière à profiter encore de leurs services, au lieu de les mettre à la retraite. La raison qu'il en donne, on le devine, c'est l'insuffisance des ressources budgétaires du Ministère. Mais ce que nous désirons n'entraînerait que de faibles dépenses, et même l'admission des

deux premières propositions, qui satisferait beaucoup d'entre nous, n'amènerait pas de frais nouveaux.

Il ne faut pas l'oublier, pour la plupart, dans les chaires où nous passons, nous laissons des instruments spéciaux qui ont été construits en vue de nos travaux personnels. Que deviennent ces instruments? Entre nos mains, ils rendraient encore bien des services; après nous, ils ne servent plus qu'à orner les collections.

L'honorariat ne nous confère que le droit d'assister aux cérémonies et aux assemblées de la Faculté. Si nos travaux sont attaqués, et quels sont ceux qui sont à l'abri de toute critique, il nous est impossible parfois de les défendre. Quelques expériences suffiraient souvent à les éclaircir ou à les compléter. Pour les faire, il faudrait obtenir l'autorisation du doyen, puis celle du professeur qui nous a remplacé. Mille futiles et mesquines raisons, inutiles à développer, amènent ordinairement un refus. En serait-il autrement, qui de nous consentirait à se plier à tout moment à des formalités humiliantes? Il y a là une question de dignité qui touche tout le personnel de l'Enseignement supérieur.

M. L.-L. VAUTHIER

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris.

DU ROLE DE L'ÉTUDE DES LANGUES ANCIENNES DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

— Séance du 23 septembre 1891 —

Réponse aux questions suivantes posées par M. Ernest Callot, dans sa circulaire de mai 1891 (1) :

1° *Doit-on maintenir l'étude des langues anciennes dans l'enseignement secondaire ?*

2° *Doit-on, au contraire, créer un enseignement secondaire spécial, duquel seraient exclues les langues anciennes ?*

L'auteur des questions recommande que ce soit au point de vue exclusivement pédagogique qu'on examine « si l'enseignement des *langues vi-*
» *vantes*, au double point de vue de l'instruction et du développement de
» l'esprit, peut être sans inconvénients substitué à l'enseignement du *Grec*
» et du ***Latin***. »

C'est ce que nous allons essayer de faire brièvement.

(1) Sur l'invitation du Secrétariat, l'étendue de cette communication a dû être réduite de moitié.

Les langues ne sont que des outils. C'est la pensée qui est le moteur. A ce titre, on pourrait considérer toutes les langues comme équivalentes. Mais il suffit d'énoncer la proposition en ces termes pour qu'elle apparaisse comme une grossière erreur.

Ainsi qu'il arrive des outils matériels dont on tire des résultats d'autant meilleurs que ces outils sont plus parfaits, il existe un lien de dépendance étroit entre la langue dont on fait usage et la génération des idées dont elle est le moyen de manifestation. Tous ceux qui, parvenus à penser dans deux langues, sont arrivés à les manier également bien, savent qu'ils s'expriment plus facilement dans l'une que dans l'autre, suivant les sujets traités.

Il en est de cela comme, dans les sciences algébriques, des notations plus ou moins heureusement choisies, comme, en arithmétique, des systèmes de numération. Jamais, avec les chiffres romains, par exemple, la science des nombres n'eut fait les progrès qu'elle a réalisés avec les chiffres arabes. Elle serait encore dans l'enfance ; à proprement parler, elle n'existerait pas.

Lien étroit entre la langue qui sert à exprimer la pensée et la génération de la pensée elle-même : tel est le premier postulat de la thèse que nous voulons soutenir.

Les langues constituent donc, pour celui qui les emploie, comme une sorte de gymnastique de l'intellect; gymnastique vague, dont on n'a pas clairement conscience, pas plus que l'enfant, à ses premiers pas, ne se rend compte du travail, très complexe pourtant, en vertu duquel il adapte le jeu de ses membres aux exigences de la gravité.

Si cette assimilation entre le développement mental et le développement musculaire est exacte, recherchons, pour ce dernier, comment on procède, ou du moins comment on devrait rationnellement procéder, pour l'amener à son plus haut degré de perfection.

Va-t-on assujettir les membres frêles, les attaches délicates des tout jeunes enfants à des manœuvres de force? Va-t-on même leur imposer des exercices d'adresse compliqués ? Ce serait une faute. Ce qu'on leur demandera d'abord, ce sont des mouvements rythmés, des gestes coordonnés et mesurés. Ce sont ensuite la souplesse et l'agilité qui entrent en jeu ; et l'on ne fait que plus tard appel à l'énergique action des muscles, à la tension prolongée des articulations.

Le développement cérébral doit suivre, logiquement, le même *processus* ; et c'est eu égard à cela que, pour la gymnastique de l'intelligence, dans les premières phases de l'enseignement, l'étude des langues nous paraît devoir être préférée à toute autre discipline comportant un effort dialectique de l'esprit.

S'agit-il ici de cet apprentissage routinier, à la portée de quelques

familles privilégiées, consistant à faire baragouiner aux enfants, dès le premier âge, une langue étrangère en même temps que leur langue maternelle ? On comprend facilement que telle n'est pas notre pensée. C'est de l'enseignement didactique que nous entendons parler. Si la routine est en tout le début nécessaire, elle ne constitue pas l'enseignement méthodique, le seul efficace et digne de ce nom.

D'autre part, nous pensons que s'essayer trop tôt à faire *raisonner* les enfants sur des matières touchant, nous ne dirons pas aux sciences mathématiques, — quoique cette absurdité se voie pourtant aujourd'hui, — mais aux sciences physiques ou naturelles, ce n'est pas leur développer l'intelligence, c'est la leur fausser. On peut former ainsi, avec beaucoup de soin et d'adresse, quand on ne les estropie pas, quelques clowns cérébraux; on ne façonne pas des athlètes intellectuels dans le vrai sens du mot.

Rien ne semble comparable, au contraire, à l'étude méthodique des langues pour assouplir, discipliner, coordonner les facultés intellectuelles frêles encore, pour leur donner la mesure et le rythme, l'instinct de la pondération et de la classification qui fait plus tard les esprits clairs justes et solides.

En quoi consiste le travail essentiel de l'esprit ? A discerner les rapports des idées et des choses, à saisir finement et sûrement ces rapports dans leurs nuances de similitude ou d'opposition. Où trouver, à cet effet, pour l'enfance, un meilleur exercice que l'étude didactique d'une langue autre que la sienne, étude qui implique à chaque pas, qui a pour essence même, la mise incessante en jeu des facultés comparatives ?

L'étude peut ne pas conduire à un résultat immédiatement utilisable. Il est possible que l'écolier ne soit pas en état de parler couramment la langue apprise. Aura-t-il pour cela perdu son temps ? En assouplissant, disciplinant, renforçant les articulations, la gymnastique non plus n'imprime pas aux membres d'aptitude professionnelle déterminée. Mais, ce qui vaut mieux, elle rend ceux-ci propres à les acquérir rapidement toutes.

Il en est de même de l'étude raisonnée des langues, s'élevant par degrés d'une préparation routinière à une forte élaboration syntaxique comparée. Sans dédaigner les résultats pratiques, il faut, au point de vue du développement cérébral, mettre bien au-dessus les qualités de souplesse, de précision et de force que cette étude donne à l'esprit ; et, pour nous, dans l'enseignement secondaire, jusqu'à la période de spécialisation, les exercices linguistiques doivent être surtout considérés comme moyen, non comme but.

Pour être complètement justifiée, la conclusion qui précède exigerait de longs développements embrassant à la fois l'enseignement primaire, secondaire et supérieur. Il faudrait montrer que, tout rudimentaire qu'il soit,

si l'enseignement primaire, qui ne comprend, à vrai dire, rien de la science, se suffit à lui-même, parce qu'il aboutit à un résultat précis, en fournissant à ceux qui le reçoivent des outils élémentaires, indispensables à tous, il n'en est pas de même de l'enseignement secondaire, qui ouvre les portes de la science, mais ne complète rien, ne met dans la main nul outil immédiatement utilisable, et n'est réellement qu'un passage vers les enseignements complémentaires supérieurs qui, eux, sont seuls aptes à fournir de tels outils.

Mais, si la proposition principale énoncée plus haut est une fois admise, il faut bien peu d'efforts pour dégager ce corollaire que les langues anciennes, en tant qu'appareils de gymnastique intellectuelle, présentent une supériorité marquée sur les langues vivantes, quelles que soient, à ce point de vue, les différences qu'il y ait à faire entre celles-ci. Cette conséquence nous paraît tellement évidente que nous n'y insisterons même pas. Pour la contester, il faudrait n'avoir jamais comparé la merveilleuse ossature, si harmonieusement pondérée, des langues classiques anciennes, surtout du grec, avec la charpente mal équilibrée des langues modernes par lesquelles on prétend les remplacer dans l'enseignement secondaire.

Nous n'ignorons pas à quel point la question s'embrouille quand, à propos des langues, on fait intervenir la question de mise en rapport plus ou moins intime avec la culture intellectuelle générale des peuples qui les parlent ou les ont parlées, et plus spécialement avec leurs monuments littéraires. Mais ces dernières considérations n'ont rien à faire ici, et nous les excluons absolument. Nous ne nions pas le charme suprême qu'il peut y avoir à lire Shakespeare et Gœthe dans leur langue, aussi bien qu'Homère et Virgile, et n'essayons pas d'établir de comparaison entre ces hautes jouissances intellectuelles. Seulement, ces jouissances de luxe ne peuvent être que le lot d'une élite heureusement douée, fortement spécialisée, et cela n'a rien de commun avec le problème modeste consistant à trouver le meilleur procédé, applicable à tout ce qui dépasse le niveau primaire, de préparer le plus rationnellement possible les jeunes intelligences aux divers degrés de culture qu'elles sont aptes à recevoir.

En résumé, comme conclusion de ces développements trop sommaires, répondant aux questions posées, nous dirons :

1° *Doit-on maintenir, dans l'enseignement secondaire, l'étude des langues anciennes ?*

Oui, formellement oui, à la triple condition : de ne pas s'y absorber ainsi qu'on le faisait jadis ; de considérer uniquement cette étude comme moyen de faciliter le développement des facultés intellectuelles de l'adolescence ; mais, à ce titre, contrairement aux programmes actuels, d'inaugurer cet enseignement dès le début des classes secondaires.

2° *Doit-on, au contraire, créer un enseignement secondaire spécial duquel seront exclues les langues anciennes?*

Créer, non ; essayer, oui ; mais à la condition expresse de faire jouer aux langues vivantes, dans cet enseignement, le rôle, prépondérant à l'origine, assigné ci-dessus aux langues anciennes.

Quels seront les résultats de cette tentative? Elle ne change pas, contrairement à certaines velléités, le caractère purement préparatoire de l'enseignement secondaire. Nous craignons qu'elle n'ait pour conséquence de créer des intelligences moins propres à s'assimiler ultérieurement les idées générales, et nous terminerons par un mot qui exprime notre pensée, nous devrions dire nos appréhensions.

Si l'enseignement laïque officiel, sous prétexte de pratique, réduisant l'étude des langues à ce qu'il en faut savoir pour les besoins courants de la vie, excluait de plus en plus, comme bagage superflu, les élaborations didactiques, et si, inversement, les établissements religieux, tout en s'assujettissant aux programmes universitaires, conservaient le plus qu'ils pourraient de ce qui, dans les anciennes humanités, préparait à la haute culture intellectuelle, la société française, dans quelques années, serait, à son grand dommage, gouvernée par les élèves des écoles congréganistes.

M. le Dr Paul VUILLEMIN

Chef des travaux d'Histoire naturelle à la Faculté de Médecine de Nancy.

L'ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE DANS LES FACULTÉS DE MÉDECINE

— Séance du 23 septembre 1891 —

Il fut un temps où la médecine et la connaissance des simples ne faisaient qu'un seul et même art. Aujourd'hui la botanique n'a plus qu'une bien petite place dans les études médicales. Suivant certains réformateurs, ce vestige est appelé à disparaître de nos programmes, comme les appendices sans fonction qui déparent l'harmonie des organismes perfectionnés. Sans doute, plus d'un praticien exerce honorablement son art sans avoir retenu rien de bien précis de ce qu'on est convenu d'appeler les sciences accessoires de la médecine. Si l'on veut arguer de là contre l'utilité de la botanique, je ne sais trop quelle branche de sciences médicales pourrait trouver grâce. N'a-t-on pas vu de tous temps des

guérisseurs bien peu versés dans les lois de la thérapeutique et de la pathologie?

I

La botanique offre des APPLICATIONS IMMÉDIATES à toutes les branches de la médecine.

Si personne ne conteste plus l'importance de l'étude des microbes pour éclairer l'étiologie des maladies infectieuses, on s'imagine trop volontiers que le bactériologiste peut se dispenser d'être botaniste ou zoologiste. De fait, certains mémoires témoignent que leurs auteurs n'ont pas la moindre idée de la cryptogamie. Mais c'est précisément là ce qui les rend stériles, je pourrais dire dangereux. Est-il indifférent aux progrès de la médecine, est-il indifférent à l'hygiène publique de voir rapporter à une même espèce l'agent de la tuberculose et celui du pityriasis? Des erreurs aussi grossières ne se produiraient pas si les médecins avaient les notions les plus élémentaires sur la biologie des champignons. Assurément un médecin est seul capable d'élucider l'action pathogène des microbes et tout médecin doit être dans ce cas. Il faut donc que le médecin soit botaniste. Le médecin doit aussi connaître les champignons parasites, les espèces vénéneuses, les autres poisons végétaux. Toutes ces données sont indispensables à la PATHOLOGIE.

Au point de vue de la THÉRAPEUTIQUE, la connaissance des espèces médicamenteuses s'impose. Le contrôle qu'il est appelé à exercer sur les pharmaciens ou les droguistes exige que le médecin sache distinguer les drogues, même sous les formes particulières où on les conserve dans les officines. Mais s'il ne veut pas être l'objet de cruelles mystifications, il doit en connaître à fond les caractères de structure. C'est en approfondissant l'anatomie et l'histologie végétales qu'il réussira à rendre ces recherches profitables et intéressantes en elles-mêmes. Quelques procédés empiriques fatiguent inutilement la mémoire; une étude systématique permet seule de déjouer les fraudes les plus originales et les plus inattendues.

Le médecin perdrait beaucoup de sa considération, s'il n'était pas à même de distinguer les espèces vulgaires utilisées dans la médecine populaire et de motiver par des connaissances précises le jugement qu'il portera sur elles.

Le rôle de l'HYGIÉNISTE est de déterminer les microbes qui souillent les eaux, les champignons qui altèrent les aliments, les produits végétaux qui servent à falsifier les aliments et les médicaments. Certaines de ces fraudes sont d'une découverte si facile et si prompte, qu'il n'est pas nécessaire de recourir à des spécialistes et, en admettant que des laboratoires soient partout à portée du praticien, celui-ci est tenu d'être assez

au courant des méthodes et des signes qui éclairent la question, pour comprendre les conclusions de l'expert. L'expert lui-même ne doit-il pas être un médecin? Et, tout en complétant ses connaissances par des recherches personnelles, il faut bien qu'il ait reçu les premières notions au cours de ses études, dans les Facultés de Médecine.

Est-il besoin de rappeler tous les documents, aussi variés qu'imprévus, que la botanique offre au MÉDECIN LÉGISTE pour déterminer, soit les causes et les circonstances de la mort par la nature du contenu stomacal, soit l'époque du décès par le développement des organismes de la putréfaction, etc.?

La pathologie, la thérapeutique, l'hygiène, la médecine légale trouvent dans la botanique de nombreux renseignements qui font de cette étude une science accessoire, que le praticien ne saurait négliger sans préjudice.

II

Ce n'est là pourtant que le plus petit côté de la botanique médicale. La botanique étudie des êtres vivants; elle envisage la vie dans la plante. Mais, direz-vous, les manifestations de la vie sont bien différentes chez les plantes et chez l'homme. C'est là, précisément, ce qui fait l'intérêt de la BIOLOGIE VÉGÉTALE. Parmi les phénomènes secondaires qui varient, on découvre les phénomènes essentiels, qui sont constants chez tous les êtres vivants. Le problème de la vie humaine est trop complexe pour être résolu d'emblée. C'est une équation à mille inconnues. Il est logique de chercher d'abord la solution des équations plus simples pour la transporter parmi les données du problème le plus vaste. Les plantes, les plantes les plus inférieures elles-mêmes, seront donc examinées d'abord; car *la vie s'y montre à l'état de nudité pour ainsi dire:* c'est l'expression de Cl. Bernard.

Ainsi envisagée, la botanique n'est plus une branche accessoire de l'art de guérir: c'est la BASE même de la médecine scientifique. A ce titre, son enseignement doit être maintenu au début de la scolarité, bien qu'il y ait intérêt à rappeler certaines applications un peu plus tard, aux élèves déjà initiés à la pathologie et aux autres parties de la médecine.

La biologie comparée, prélude de la biologie humaine, qui devient, en se spécialisant, l'histoire naturelle de la santé et de la maladie, ne peut être enseignée utilement que par un personnel suffisamment familiarisé avec l'esprit et les besoins de la pratique médicale. C'est dire que des études médicales complètes sont une préparation indispensable à l'enseignement de la botanique médicale. D'autre part, les connaissances variées et précises qu'exige la réalisation d'un plan aussi vaste imposent au professeur le devoir de consacrer tout son temps aux études d'histoire

naturelle et de devenir, dans cette science, un spécialiste. Le professeur sera donc un botaniste au courant de la médecine.

III

L'enseignement de la botanique médicale sera essentiellement pratique. Les livres seuls ne sauraient donner une connaissance exacte de la nature. On se proposera tout d'abord d'éveiller l'esprit d'observation chez le débutant. Les HERBORISATIONS sont à cet effet un procédé incomparable. Les faits qu'elles révèlent sont aussi variés qu'ils sont simples, faciles à constater et à interpréter. Par suite du continuel échange d'idées que ce mode d'enseignement établit entre le maître et les auditeurs, l'élève, tout en apprenant les caractères distinctifs des espèces indigènes, et les propriétés des principales familles, a bien vite saisi la physionomie générale de la flore des localités parcourues. Après quelques excursions, il se rend compte de la diversité des stations; chaque groupement végétal lui apparaît comme la résultante d'une somme de facteurs cosmiques et biologiques avec lesquels il s'harmonise. L'ensemble des plantes d'une station est une sorte d'organisme dont les divers éléments s'équilibrent. Comme dans un corps vivant, la concurrence ou l'association règne entre les parties constitutives. Que l'équilibre vienne à être rompu, soit par les amendements apportés dans le sol, soit par des défrichements, soit par des plantations nouvelles ou des cultures : aussitôt le tapis végétal se transforme pour s'adapter aux conditions insolites.

Voici, par exemple, un bois de pins planté sur les collines des environs de Nancy, où l'on ne voit en général que des arbres feuillus. Dans cet îlot apparaissent subitement les *Goodyera repens*, *Pirola minor*, *Pirola secunda*, espèces à graines légères, dont l'extension ne dépasse pas en général la chaîne des Vosges. Ou bien voilà un emplacement où l'on a fabriqué du charbon. Le rond de charbonnier est le seul point de la forêt où nous trouvions telle espèce de mousse. N'avons-nous pas là, sous les yeux, l'image agrandie, palpable, de la lésion qui sert de porte d'entrée aux germes infectieux assez subtils pour être disséminés dans l'air et pénétrer dans l'organisme partout où un point faible enlève aux éléments normaux la résistance habituelle?

La concurrence vitale se trahit plus directement dans les phénomènes de parasitisme que nous rencontrons à chaque pas dans toutes les herborisations. La plante attaquée par un champignon ne succombe pas fatalement : la réaction des parties envahies se manifeste souvent par une énergie insolite de toutes les fonctions et par une hypertrophie donnant à l'individu entier une vigueur plus grande qu'à ses congénères soustraits

à une semblable irritation. Certains organismes sortent plus forts de la lutte, après avoir éliminé l'élément étranger. Ailleurs, un équilibre nouveau s'établit entre les deux êtres en présence et l'harmonie de la symbiose remplace l'antagonisme du parasitisme. Les lichens nous offrent de beaux exemples de cet état. Mais chez eux encore nous saisissons les variations organiques corrélatives des transformations de milieu, puisque dans certains lichens, comme les vulgaires *Collema*, les caractères propres à l'algue associée au champignon se dégagent avec une netteté qui se mesure exactement au degré d'humidité du sol dans lequel végète l'être complexe.

Les maladies cryptogamiques des herbes et surtout des arbres sont faciles à observer. Leur évolution suit toutes les péripéties des actions météorologiques. Mais l'élève le moins exercé découvre sans peine les champignons qui provoquent directement les lésions ; aussi se fait-il tout naturellement à l'idée que les maladies saisonnières ont leur cause réelle dans l'organisme lui-même, dans son état de réceptivité à l'égard des germes morbides.

On ne s'en tiendra pas à cet examen grossier, superficiel, dont le but est surtout d'éveiller l'*esprit clinique*, en apprenant à fixer l'attention sur les phénomènes simples qui relèvent du domaine de la botanique et à en saisir l'enchaînement, avant d'aborder les phénomènes complexes et délicats qu'il s'agira d'analyser rapidement au lit du malade.

IV

Quand on a saisi sur le vif les principaux phénomènes de la biologie végétale, les TRAVAUX DE LABORATOIRE ne sont plus stériles, comme ils le sont fatalement pour les élèves qui débitent en tranches microscopiques des fragments informes dont ils ignorent et la provenance et la place dans un corps vivant. Il est intéressant d'approfondir la structure des organes dont on entrevoit déjà la fonction, de préciser par l'examen microscopique, soit la nature de l'agent pathogène dont on connaît les effets, soit le rapport entre la lésion et les symptômes qui ont révélé à première vue l'existence, le stade, l'étendue de la maladie.

Le laboratoire offrira aussi les cultures des champignons, des moisissures, des parasites que l'on ne peut suivre en pleine campagne ou au jardin botanique. L'élève en suivra l'évolution et, au début, ne portera jamais un objet sous le microscope sans en avoir au préalable étudié les caractères extérieurs à l'œil nu ou à la loupe d'après des exemplaires vivants.

Pour les plantes supérieures, les analyses de fleurs, les descriptions de morphologie externe précéderont de même les recherches anatomiques et histologiques ; car il est indispensable de procéder toujours du connu

à l'inconnu, comme nous procédons de l'observation simple et infaillible à l'analyse compliquée, délicate, difficile à interpréter.

Sans entraîner chaque étudiant dans le détail de ses propres recherches, le professeur est tenu de lui révéler les méthodes, de l'initier aux procédés des travaux originaux ; car, dans un établissement d'enseignement supérieur, il faut songer à l'avancement de la science en même temps qu'à l'éducation professionnelle. Sans doute chaque praticien n'aura pas l'occasion de frayer des voies nouvelles à la thérapeutique, à la pathologie, etc. ; mais chacun doit avoir des connaissances générales assez variées, l'esprit scientifique assez développé pour faire éclore les germes de perfectionnement de la science que les circonstances peuvent semer autour de lui. A côté des laboratoires d'enseignement, on trouvera des cabinets de recherches, outillés soit pour les travaux de biologie générale, soit pour l'étude des produits médicamenteux nouveaux, surtout dans les centres que leur situation met en rapports incessants avec les contrées lointaines dont les richesses botaniques sont imparfaitement connues.

V

L'enseignement pratique ne saurait avoir un programme absolument immuable. Il faut laisser beaucoup au tact et à l'initiative du professeur qui est tenu de s'inspirer des circonstances et de mettre à profit tout ce qui peut éveiller l'esprit des recherches biologiques chez les élèves absorbés jusqu'alors dans l'aride et abstraite préparation des examens.

Les cours sont destinés à coordonner ces documents variés. L'étude des espèces utiles ou nuisibles supposant des notions précises sur l'organisation générale des plantes et sur les modifications que subissent, d'un groupe à l'autre, les divers caractères, l'évolution du règne végétal sera esquissé. à grands traits dans son ensemble, tandis que les groupes qui révèlent plus clairement les enchaînements généalogiques, d'une part, les groupes dont les membres offrent des applications directes à la médecine d'autre part, seront mis plus spécialement en relief et décrits avec tout le détail nécessaire.

L'étude des simples, la distinction des espèces nuisibles ou utiles ont perdu la place prépondérante qu'elles occupaient dans la vieille médecine : voilà un fait incontestable ; mais il serait souverainement inexact de leur contester tout intérêt pratique. D'autre part, la déchéance *relative* dont est frappée la botanique comme science accessoire de la médecine est largement compensée par l'intérêt nouveau qui s'attache à l'histoire des plantes, en raison de la lumière qu'elle répand sur les grands problèmes posés par la science moderne. La botanique biologique est un des fondements les plus solides de la médecine scientifique. Son étude approfondie est une préparation indispensable à l'éducation médicale.

M. T. PAVOT

Médecin principal de la Marine, en retraite, à Lorient.

ÉTYMOLOGIE FRANCO-LATINE

— Séance du 24 septembre 1891 —

De l'accent latin. — Impossibilité, pour sa localisation, de s'en tenir simplement à l'énoncé classique.

I

« L'accent n'a que **deux** places, en latin : il est sur la voyelle pénultième, ou sur l'antépénultième. »

Tous les auteurs s'accordent à rédiger ainsi leur opinion ; de l'un à l'autre, le libellé ne varie pas, et de plus, il existe seul.

Or, il n'est pas besoin de scruter longtemps cette formule pour voir qu'elle est trop exclusive, qu'elle ne concerne que les polysyllabes. Et, en y regardant de plus près, elle semble bien ne viser que les thèmes ayant au moins trois syllabes, car elle se complète par cette déclaration : « L'accent tonique est à la syllabe avant-dernière, quand la voyelle y est *longue* — et à la syllabe précédente, si la pénultième est *brève*. »

Il faudrait, de là, conclure que, *longue*, la pénultième a certain droit qui fait défaut quand elle est *brève*. Sur ce point, la règle est contredite par la plus simple observation : il est nombre de mots accentués sur l'avant-dernière *brève*. Et c'était à prévoir. Les dissyllabes, n'ayant point — par force majeure — d'antépénultième, ont dû garder tonique, quelle que fût sa quantité, leur voyelle avant-dernière. Dès lors, il était à supposer que les composés de plus de deux syllabes pouvaient courir les mêmes chances, et c'est réellement ce qui a lieu, comme nous le verrons.

Du reste, il faut croire qu'il n'y a pas de sûr moyen pour déterminer, de prime abord, la place de la tonique latine. M. F. Brunot, dans sa *Grammaire historique* (1889), met ceci : « Comment cette accentuation se marquait-elle ? Par une élévation de la voix montant d'un ton ou d'un demi-ton ? Par une intensité plus grande du son poussé avec plus de force ? Ou de ces deux façons à la fois ? La question a été très controversée. »

En somme, il n'existe point de signe, aucun indice qui dénonce la tonique latine. Et la seule ressource, encore, pour la mettre en évidence, c'est

l'étude comparative au moyen du dérivé français. Tous les mots de notre langue ont une désinence qualifiée *féminine* ou *masculine*, en poésie, et sont accentués, dans le premier cas, à l'avant-dernière syllabe (soit *en* pour Imprudence) — et, dans le second, à la finale (soit *eur* dans Empereur). Alors, on a pour toniques : l'**e** de *imprudentia*, l'**o** de *imperatorem*, puisqu'il est enseigné que notre accentuée représente une voyelle estimée pareille en latin.

En vertu de cette concordance, Cerise et Oseille nous révèlent comme tonique la brève **a** avant-dernière dans *cerasum* et *oxalis*. Il en est encore ainsi pour l'**e** de *advena*, aubain ; de *effera*, effare ; — pour l'**i** de *sycaminus*, sycomore ; de *Catina*, Catane ; — pour l'**o** de *Bergomum*, Bergame ; de *tripodem*, trépied ; — pour l'**u** de *intubus*, endive ; de *æmulus*, émule. En conséquence, la pénultième *brève* peut donner l'accentuée tout aussi bien que les *longues* de *imprudentia* et *imperatorem*.

C'est la répétition de ce qui se produit régulièrement, avec les dissyllabes. La tonique y est *brève* dans : *malum*, mal ; *decem*, dix ; *pilus*, poil ; *rosa*, rose ; *jugum*, joug ; — ou *longue* dans : *ala*, aile ; *sebum*, suif ; *nidus*, nid ; *prosa*, prose ; *stupa*, éteuf. La quantité prosodique est donc chose indifférente ici, et devait l'être également dans les mots de plus de deux syllabes. Ce fut une erreur de lui accorder de l'influence en n'importe quelle occasion.

II

Qu'est-ce, en effet, que l'accentuation ? La plupart des auteurs se bornent à répondre : « C'est une élévation de la voix » — et quelques-uns ajoutent : « ou une intensité plus grande. » Telles sont, véritablement (le timbre mis à part), les qualités fondamentales du son : la *hauteur*, l'*intensité ;* il ne fallait donc pas les confondre avec cet accident très distinct : la *tenue* de la note, c'est-à-dire sa longueur ou sa brièveté. La voix s'élève sur une lettre : le mot est *chanté ;* ou bien sans monter, la voix se renforce : la note est frappée *plus fort*. Voilà les deux modalités de l'accentuation, et la durée du son n'y est pour rien.

La longueur d'une voyelle lui était si peu un droit de persister, son prétendu monopole fut si souvent contrarié, que le fait n'a pu rester inaperçu. On a été forcé de reconnaître, par la comparaison du dérivé français avec l'original, que les prévisions étaient déjouées à tout instant, et que, très souvent, l'accentuation se déplaçait de la longue sur la brève. Ainsi : *Canina*, Quenne (d'où quenotte), et *tacere*, taire, ont, pour tonique à nous transmise, l'**a** bref au lieu de leurs pénultièmes longues. Dans tous les cas analogues, on a présenté ces transferts comme des contraventions imputables, non pas au français, mais au bas-latin dont nous aurions fidèlement accepté les altérations. Avec cet argument, on s'est

assuré gain de cause en toute occurrence : Notre voyelle caractéristique est-elle venue d'une *longue*, c'est normal ; — la devons-nous à une *brève*, c'est légitime : *Vox populi*....

Que le français naissant se soit exactement modelé sur le latin populaire, je n'irai point contre ; mais, pour être reportée plus haut que l'heure de ce décalque, l'impuissance de la quantité prosodique à fixer l'accent n'en est pas moins très manifeste. En tout temps, en tous lieux, le peuple n'a jamais compté avec elle pour *animer* son langage, et cette native indépendance est encore très vivace.

Mais restons en tête-à-tête avec l'idiome altéré dont le nôtre est sorti. Nous en avons respecté les irrégularités ; soit ! nous ne sommes pas responsables de ses écarts, et nous devons lui rapporter toutes les anomalies de l'accentuation. Bonne raison, alors, pour ne pas prétendre que la tonique latine n'avait que deux places, car le parler vulgaire que nous avons copié ne s'en est pas tenu, dans ses libres allures, à faire dominantes : ici la longue, et là une brève ; il a dépassé, sur la gauche, la barrière érigée par nos linguistes. Deux places avant la finale ne lui ont pas suffi, il en a pris TROIS, témoins : Faîte, de *fas-ti-gi-um ;* Trèfle, de *tri-fo-li-um*, Bâle, de *Ba-si-le-a*.

C'est qu'il est une loi naturelle primant toutes les autres, la Loi dite de Contraction, le principe du moindre effort, l'incoërcible tendance à réduire, le plus possible, d'abord le thème original, puis sa première traduction. Le nom de localité *Solemniacum*, qui fut Solignac, est devenu Solèmes, et le verbe Plaire était jadis Plaisir, de *placere*.

III

Le latin *placere* a donc produit ces deux variantes : Plaisir, par **ce** marqué long, — et Plaire, par **a** qui est bref. L'accident mérite qu'on s'y arrête.

La forme Plaisir, première en date, intimement unie à *placere*, est favorable à l'idée qui confond la tonalité avec la grande durée d'un son. Mais voici l'inverse tout aussi fréquent : le mot ancien Quenne (déjà mentionné pour Quenotte) représente *canina* dont la brève **a** fut dotée de l'accent qui, théoriquement, appartenait à la longue **i**, ce semblant d'injustice a disparu quand on créa Canine.

Si ces spécimens étaient seulement destinés à prouver l'insignifiance, ici, de la quantité prosodique, ils seraient superflus, arrivant en redites ; mais ils ont, à mes yeux du moins, une valeur en surcroît vis-à-vis de certaine classification.

Il s'agit des Doublets (comme Porche et Portique, de *porticus*) que l'on a répartis en deux camps, l'un populaire, l'autre scientifique, et cette distinction serait déterminée par les considérations suivantes :

« Les mots du français populaire respectent l'accent latin. Les exceptions sont d'une origine savante ; ce sont des mots introduits postérieurement à la formation de la langue par des hommes qui ignoraient les lois suivies par la nature dans la transformation du latin en français. » (M. COCHERIS, *Notions d'Étymologie.*)

J'ai dit en vertu de quelle alternance le peuple a pu nous être montré toujours fidèle à la tonique latine. Il ne me semble pas moins singulier qu'on ait appelé *savants* les termes composés par des hommes ignorant, dit-on, les lois naturelles des transformations d'un radical.

On doit à ces néologues : Polype et Organe, jugés défectueux parce que **y** et **a** sont brefs dans *polypus* et *organum*. J'ai fait voir, par toute une série de dérivés, que cette raison n'est pas valable. Du reste, on laisse toujours au passif de ces copistes : Blasphème, bien qu'ils y aient conservé la longue **e** de *blasphema*.

Il y a donc un signe étranger à la prosodie pour différencier Polype, Organe et Blasphème de Poulpe, Orgue et Blâme ? C'est que, nous fait-on remarquer *(loco citato)*, « les mots savants sont beaucoup plus longs que les mots populaires... ils ont été calqués sur les mots de la bonne latinité, et non sur le latin vulgaire. Or, dans celui-ci, on supprime souvent l'avant-dernière syllabe atone. »

Avec la haute opinion que l'on a de la pénultième *longue*, je ne sais comment on peut qualifier *atone* l'**e** de *blasphema*. Je passe sur cette contradiction qui est encore, selon moi, un involontaire aveu, et je retiens seulement ces indications :

Pour les doublets du genre qui m'occupe, la forme populaire serait, à la fois, la plus *ancienne* et la plus *courte*. Eh bien ! il se trouve que Plaisir est plus *vieux* et plus *long* que Plaire, et le cas est pareil pour Solignac aujourd'hui Solèmes.

Je dirai donc : Polype, Organe, Blasphème, etc., sont des formes qu'on n'aurait pas dû taxer *savantes*, dans l'unique intention de les discréditer. Elles sont normales, étymologiques tout autant que Poulpe, Orgue, Blâme, etc., ne fût-ce, de part et d'autre, que par l'indifférent emploi d'une brève ou d'une longue, en qualité de tonique. Classique ou vulgaire, le latin reste toujours à notre disposition pour en tirer le mot nécessaire à quelque idée nouvelle. Organe et Orgue, nés à des époques différentes, ont, l'un et l'autre, une signification propre ; ils sont donc légitimes, à tous les points de vue. Et il est à propos de noter que Organe a le sens général et primitif de *Organum*, tandis que la réduction Orgue est une acception secondaire.

Enfin, s'il est sûr que, de façon très courante, le peuple a trouvé, de, suite, le *verbe* le plus court, il est certain aussi que, bien souvent, la contraction s'est opérée avec une lenteur que l'instinct, qui est primesautier, ne connaît point.

IV

La simplification du langage n'est pas le fait du peuple, tout seul. Elle a, chez nous, depuis des siècles, préoccupé nombre d'esprits cultivés, d'hommes très instruits ; et il en fut de même chez les Romains.

Entre *mortuus* et Mort, nous trouvons *mortus*, et c'est Cicéron qui abrégeait ainsi ; pareillement, il employait *supervacum* au lieu de *supervacuum*. De leur côté, les poètes disaient *currìm* et *Deùm* pour *curruum* et *Deorum*. De telles contractions, qui n'allaient pas toujours sans porter atteinte à la pénultième longue, montrent assez que, parmi les lettrés, comme dans le peuple, cette voyelle n'avait pas l'importance qu'on lui supposa plus tard. Par ailleurs, les exemples que j'ai cités : Faîte et Trèfle prouvent que la tonique latine — révélée par la française — avait plus de deux places. Cela n'a rien qui surprenne avec ce que l'on connaît du principe de la moindre action. Toute voyelle, après la tonique choisie, disparaît ou vaut **e** muet. L'économie est donc aussi complète que possible, et très naturelle, dans tous les cas où l'accent est reporté à gauche plus que ne le voudrait bien l'ordonnance.

Il peut donc — en comptant les syllabes à partir de la dernière — se trouver : sur la deuxième (*aridus*, aride) ; sur la troisième (*domina*, dame) ; sur la quatrième (*trifolium*, trèfle).

— Il est un mot, Dé (à coudre) dont le thème d'origine, *digitale*, semble offrir ce transfert extrême de l'accent, mais il y a doute devant la série de ses avatars ainsi exposés au Dictionnaire d'Étymologie : « Italien *ditale*, espagnol *dedal*, français *déel* d'abord, puis *del*, et enfin *dé*. » Ce Dé paraît être la syllabe initiale *di* qui se voit dans *déel*, et l'on pourrait soutenir aussi qu'il a, réglementairement, la pénultième **a** devenue **e** dans *del*.

Lequel des deux **e** s'est éliminé ? Il est permis de croire que c'est le second, si l'on prend un autre mot ayant, comme intéressées, des lettres dissemblables. *Robiginem* a donné anciennement Roigne, qui est aujourd'hui Rogne. Avec cette dernière forme, il est bien clair que nous avons mis l'accent sur **ro**, quatrième syllabe. Ici donc, pas plus que pour Solèmes de *Solemniacum*, nous ne sommes restés fidèles à la tradition latine.

V

De ce qui précède, il résulte que la tonique pouvait avoir TROIS places ; j'ajoute qu'elle en avait une *quatrième*.

Un point sur lequel on insiste d'une façon spéciale, c'est la capitale différence établie entre le français et le latin pour la respective localisation de leur accentuée. Chez nous, elle est à l'avant-dernière voyelle ou diphtongue, pour les rimes féminines (**a** dans Amplitude ; **ai** dans Pri-

maire), — et à la dernière, pour les rimes masculines (**a** dans Magistrat; **eu** dans Profondeur). Tandis que, en latin, les correspondances pour ces deux situations biaisent très généralement, et sont à l'antépénultième ou à la pénultième. C'est-à-dire que *la dernière syllabe latine ne serait jamais tonique.*

Je crois le contraire et j'essaierai de le démontrer. Il est à remarquer que, jusqu'ici, l'examen n'a porté que sur certaines catégories de mots — de plusieurs syllabes; de deux, au moins — les seuls que les étymologistes mettent toujours en scène, au bénéfice de leur théorie. Mais il n'y a pas obligation d'imiter leur réserve à l'égard des **monosyllabes.** Ils n'en font qu'une légère mention, et seulement pour avertir que beaucoup d'entre eux n'avaient point d'accent. On les nommait *proclitiques.*

Pareillement, le français a de ces déshérités, ce sont : Les articles, les adjectifs déterminatifs, les pronoms, les prépositions et conjonctions monosyllabiques.

En dehors de cette liste, *tout* mot français est accentué ; il nous faut donc faire état : des substantifs, des verbes, de certains adjectifs ou participes, etc., et, puisque notre tonique vient d'une voyelle latine également titrée, il s'ensuit que : tu *es*, il *est*, ils *sont*, le *cœur*, un *rien*, sont les primitifs accentués aussi : *es, est, sunt, cor, rem.* J'y joindrai : Noix, Paix, Voix, Croix, Poix, que je tire des nominatifs : *nux, pax, vox, crux, pix*, suffisant à leur genèse, et qui ont, notamment sur les accusatifs : *nucem, crucem* et *picem* (**u** et **i** brefs), l'avantage si prisé de présenter *longue* la lettre qui transite en français. On peut, du reste, écarter ces derniers spécimens et la preuve, contestée pour eux, n'en resterait pas moins établie pour ceux qui précèdent.

On m'objectera peut-être que le mutisme des auteurs à l'égard du monosyllabe n'est pas une négation de sa valeur, qu'il va de soi que son importance est admise, mais que ce genre de mots est tout à fait distinct, et qu'il n'y a pas lieu de s'en occuper ici, puisqu'il n'a point de finale proprement dite, puisqu'il manque de ce groupe terminal où l'on a spécifié que jamais ne pouvait se poser la tonique.

Il importe, au contraire, d'insister sur le point laissé dans l'ombre, et de voir si une syllabe isolée perd sa qualité (trop tacitement reconnue) quand elle devient *dernier membre*, en composition dans un autre mot.

Je pourrais prendre *cor*, Cœur, et vouloir que *rancor* donne Rancœur, mais je ne m'engagerai pas dans cette voie. L'historique s'y oppose. Notre langue avait conservé deux cas de la déclinaison latine : le *nominatif* sujet, plus l'*accusatif* régime, et c'est, dit-on, celui-ci qui a fait les noms en **eur** : *pastorem* est Pasteur, tandis que *pastor* est simplement Pâtre. Même observation pour Chanteur et Chantre, Douleur et Deuil. Par analogie, c'est toujours au cas régime qu'on a rapporté les autres substantifs

de cette classe, même quand ils ne donnaient pas les deux variantes : Peur et Pâleur sont *pavorem* et *palorem*.

Toutefois, il faut observer que, *pratiquement*, afin d'obtenir Pasteur de *pastorem*, on laisse d'abord tomber la finale **em**, et qu'il reste *pastor* pour le type entier Pasteur, comme pour la leçon réduite Pâtre. Mais, je le répète, je ne poursuis pas dans cette direction.

VI

Avec plus de profit, mon examen se porte d'un autre côté :

1° Comme Finale seulement, je retrouve **es** dans Florès, Palmarès, avec accent grave, ce qui les francise. Ce sont des pluriels latins, et l'on pourrait y voir, mais sans avantage aucun, le cas *accusatif*. Alors, ne sont pas récusables : Cérès, Palès, Xerxès, Thalès, qui sont évidemment *nominatifs* singuliers.

2° Comme forme de verbe, **es** devient *ais* accentué à la deuxième personne de notre conditionnel : tu aimerais, tu logerais, *amares*, *locares*. D'autre part, **est** se modifie en *ét* (avec *e* circonflexe par chute de *s*) pour Intérêt qui a même tonique que *interest*.

Nous voici donc en présence de thèmes dont la désinence, faite d'un *monosyllabe accentué*, persiste à ne pas être nulle pour l'oreille, et je ne sais quelle fin de non-recevoir on serait tenté de leur opposer. Mais nos étymologistes ont tant de ressources pour donner bonne apparence à leurs conceptions, que, sans doute, ils ne resteraient pas à court, ici, pour plaider encore et soutenir toujours qu'une finale latine ne peut pas nous avoir transmis une voyelle tonique.

J'en appelle alors au Dictionnaire classique lui-même, et j'y copie textuellement l'analyse de l'adjectif Pieux. Ce n'est plus moi, c'est un maître autorisé qui parle :

« **Pieux**, anciennement *pieus*, à l'origine *pius*, du latin *pius* (pieux), par le changement : 1° de **u** en *eu* ; 2° de **s** en *x*. »

C'est aussi catégorique, aussi net qu'on peut le désirer, et voilà, sûrement, un de ces aveux qui faisaient dire à un écrivain de grande perspicacité : « Les savants confessent quelquefois la moitié de la vérité, sans le vouloir. »

On trouve encore, dans le même livre d'enseignement, que Sénevé est *sinapi*, lettre pour lettre, et que le mot Dieu a pour générateur le dissyllabe du IXe siècle *Deo*, par simple mutation de la voyelle **o** en diphtongue *eu*. Ce sont là, de nouveau, des finales accentuées.

Ainsi, en plus de **e**, de **i** *(interest, sinapi)*, nous avons **u** et **o** *(pius, Deo)* qui, en situation de finales, peuvent se maintenir *toniques* et donnent *eu* comme dans le corps des mots : *juvenis*, jeune ; *molinarius*,

meunier. Il n'y aurait donc — pour avoir des adjectifs en *eux* — à préférer **osus** à **us** tout seul que vis-à-vis de doubles inscriptions, comme *bellicosus* et *bellicus*, belliqueux ; *invidiosus* et *invidus*, envieux. Par ailleurs, il est sans raison de substituer, aux thèmes véritables et uniques, de doctes barbarismes dans le genre de *oleaginosus* et *seriosus*, pour Oléagineux et Sérieux qui sont *oleaginus* (ou *oleagineus*) et *serius*. Inutile encore de ne point relier directement : Astucieux, Soporeux, Crasseux, Vitreux à *astutus, soporus, crassus, vitreus*. — Il est à considérer que *oleagineus* et *vitreus* n'ont rien à changer pour être lus en vieux français, par **s** final au lieu de **x**.

VII

Les exemples pourraient être multipliés, mais je m'en tiens à celui de *pius*, pieux. Il est bon et semblera d'autant meilleur qu'il n'est pas de moi. C'est un modèle incontesté, je n'ai donc qu'à l'avoir toujours en vue pour être certain de ne pas trop m'égarer.

Déjà, sans lui, il me paraissait étrange que **u** prononcé **ou** pût constamment être compté comme zéro, ou **e** muet; mais, puisqu'il sonne vraiment dans *pius*, il doit se faire encore mieux entendre, suivi de la consonne **m** qui passe à *n* en français.

Par là, en effet **um** est devenu *on*, car, il faut bien le reconnaître, cette désinence *on* n'est pas exclusivement un reliquat de **onem**, ainsi que pour Pigeon, de *pipionem*, Façon, de *factionem*. Ce n'est pas non plus très couramment un suffixe : ou diminutif (Veston, Canneton, Raton), ou augmentatif (Barbon, Grêlon, Ballon). Il est avéré que jadis — et l'habitude ne s'en est pas perdue — on a francisé de la sorte nombre de termes latins en **um**. Dicton et Toton traduisirent littéralement *dictum* et *totum* ; de même aussi Odéon est *odeum* ; Orphéon, *orpheum* ; et Amidon, *amylum*. Les anciens Dictionnaires de l'Académie contenaient Factoton qui est maintenant Factotum, par retour à la forme première.

A se remémorer ces spécimens, on a la raison d'être de plus d'un mot que l'Étymologie officielle n'a pas abordé de front, empêchée qu'elle en était par l'étroitesse de son code sur la tonique. Force a été qu'elle s'ingéniât pour ne point se dédire. Les moyens sont divers ; en voici quelques-uns passés dans l'usage :

1° Rattacher les formes gênantes à un radical très simple, et considérer leurs terminaisons comme des suffixes sans intérêt philologique. Ainsi Poupon et Poupin (exactement *pupum)* furent reliés à un fictif Poup, du latin *pupa*, petite fille. Pareillement les substantifs : Limon *(limum)* et Houblon *(lupulum)* ont comme facteurs bénévoles Lim et Houble.

2° Dériver le mot réfractaire, d'un verbe ou d'un nom français comme s'il n'avait pas de représentant direct en latin. Soient : Pilon et Sayon

qui sont venus non pas de Pile et de Saie, mais de *pilum* et *sagum*, suivant le vieil usage déjà mentionné à propos de *dictum*, dicton. Par là aussi, Brugnon est *prunum*.

3° Au thème jugé trop court, donner un remplaçant taillable à merci. Ce substitut, on le prend dans la parenté ; l'air de famille lui sert de passeport. Au lieu d'être *mentum*, Menton est extrait de *mentonem* qui est l'Homme à gros menton. — Si l'ayant droit n'a point d'alliés complaisants, on lui en fabrique comme *setinus* pour *setam* (satin) ; *ericionem* pour *ericium* (Hérisson) ; *citronem* pour *citrum* (Citron) dont le cas sujet *citrus* était jadis Cèdre.

Ce dernier genre de manipulation est celui dont j'ai, précédemment, signalé l'emploi, afin d'obtenir, quand même, *eux* de **osus** et non de **us**. Sur du français, on applique du latin *ad hoc*, puis on vous fait voir que le surmoulage peut reproduire le français. Le procédé est fort commode, et, incidemment, je vais en rééditer un exemple. Il est au dictionnaire spécial, à l'article Purée.

De l'ancienne leçon Peurée, le linguiste s'autorise pour écrire Pévrée, ce qui le mène (à l'aide du placage indiqué) à *pip'rata*, puis *pipérata*, Mets au poivre. Cela fait, il montre comment *piperata* contracté en *pip'rata* donne (par changement de **p** en **v**) Pévrée, d'où : Peurée, et enfin Purée.

C'était inévitable. Si, encore, l'étymologie était juste, mais non ! Le bas-latin *purata* (épurée, débarrassée des parties non comestibles) est beaucoup plus probable, de toutes façons, pour Purée que *piperata*, poivrade.

VIII

Je dirai quelques mots encore du son nasal diversement figuré dans Rien, dans Gradin, et venu : ici de **um**, là de **em** (*gradum* et *rem*). Nous l'écrivons aussi *ain* ou *aim*, et il peut traduire la finale **am**.

Il serait surprenant que l'accusatif par un **a** valût moins que les quatre autres déjà vus avec : **e**, **i**, **o**, **u**. Mais, logiquement, il a été aussi maltraité qu'eux par la règle arbitraire de l'accent. On a donc étiré la syllabe trop courte **am** pour l'amener à la forme **amen** ou **imen** suivant les modèles *æramen*, *nutrimen*, en français Airain, Nourrain. En conséquence, ce n'est pas à *traham* (traîneau) qu'on a demandé Train, mais bien à *tragimen*... composé pour la circonstance.

Dans les vocabulaires de la Marine, je lis que certain cordage s'appelle Orin. D'où vient ce nom ? Sur le dire de nos savants trop polyglottes, la croyance s'est établie que nos expressions nautiques sont, presque toutes, d'importation étrangère : danoise, anglaise, suédoise, norwégienne, etc. ; et, quand cette source fait défaut, la provenance est déclarée *inconnue*.

On ne s'adresse pas au latin. Les Romains, cependant, n'ignoraient pas les choses de la mer. Assurément, nous leur devons Corvette, de *corbita*, vaisseau de transport. Foc, qui dans le vieux français était une *serpe*, est venu de *falcem*; la Faux dont le dessin triangulaire est reproduit par la voile de beaupré. Anspect est *inspicatum*, le pieu taillé en biseau ; Esquif est *scapha*, Estrope vient de *stroppus*. Ce dernier terme, qui désigne une amarre, me ramène à Orin. Dans Tite-Live et Quintilien, on trouve *oram*, câble qui retient le navire au rivage. Cela suffit.

C'est donc par amour de l'exotique que l'on a dépossédé le latin d'une foule d'étymologies françaises, et c'est aussi pour ne pas remanier un code peu libéral qu'on persiste à ne pas accorder l'accentuation aux syllabes terminales.

Je crois avoir montré, par des extraits pris dans les ouvrages aux mains de tous les élèves, que, avec *fastigium*, Faîte, la tonique d'origine est à la quatrième syllabe et que, avec *pius*, pieux, elle est à la finale, ce qui lui fait DEUX places de plus que n'en concède la théorie. Malgré qu'on en eût, la vérité s'est imposée, elle s'est fait jour, et j'ai utilisé les témoignages écrits pour en étayer mes propositions que je crois fondées, en droit et en fait.

IX

En résumé, on reconnaît que, dans le latin, la tonique ne se révèle à nous par aucun indice assuré. Tel examen que l'on fasse d'un radical, il est rare que l'on puisse dire, à l'avance, laquelle de ses voyelles nous donnera l'accentuée.

Dans notre langue, au contraire, cette lettre importante apparaît de suite : à la dernière syllabe (rimes masculines), ou à l'avant-dernière (rimes féminines). Or, puisqu'elle a pour correspondante, d'une valeur estimée semblable, une voyelle latine, la place de celle-ci est déterminée par la comparaison — remontante — du dérivé avec l'original. Très habituellement c'est par la considération du français que nous découvrons la lettre nommée, — après coup — *tonique latine*. Dans *placere*, c'est **a** ou **e** suivant que nous avons Plaire ou Plaisir.

La plupart du temps, on trouvera, certes, que l'accent porte sur la *pénultième* ou sur l'*antépénultième* — quelle que soit, je le répète, leur quantité prosodique, — mais on pourra le voir aussi se localiser ailleurs. Parfois, il est reculé d'un rang vers la *gauche*, et, plus souvent, rejeté sur la *finale* elle-même.

Donc, pour la tonique génératrice de la nôtre, QUATRE places et non pas rien que *deux*.

Comme complément à cette étude, je ferai une dernière observation.

Quand la finale latine n'est pas accentuée, on sait que les voyelles après la tonique se résolvent en **e** muet : *causa*, Chose ; *fragilis*, Frêle ; ou bien elles s'annihilent : *odorem*, Odeur ; *captivus*, Chétif.

On pourrait, dès lors, n'envisager le thème que sous sa forme réduite par les nécessités de la métamorphose, ne point tenir compte des lettres perdues dans le passage d'une langue à l'autre.

Ainsi, de *tabula*, l'**u** disparaissant, il reste *tab'la* faisant Table, et, des deux parts, l'accentuée serait à l'avant-dernière syllabe. — De *vicinus*, on retranche **us** pour obtenir Voisin, accentué sur la finale comme le serait *vicin*, seule partie valable de *vicinus*. — De même encore, ayant *fastigium*, on n'en retient que *fasti*, et alors **a** tonique et pénultième devient **ai** tonique et pénultième aussi dans Faîte.

Avec cette façon de voir, on pourrait unifier la règle de l'accent, et dire qu'en latin, comme en français, la tonique est à la dernière syllabe ou à l'avant-dernière.

M. le Dr DELAHOUSSE

Directeur du Service de santé du 12e corps d'armée, à Limoges.

ROLE DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LA STÉRILISATION DE L'AIR ET DE L'EAU

— Séance du 18 septembre 1891 —

Si l'on envisage le rôle que l'air et l'eau jouent en hygiène générale et que l'on en veuille étudier complètement toutes les parties, c'est presque l'hygiène entière qu'il y aurait à refaire aujourd'hui ; avec nos vues si spéciales, si différentes de celles de jadis, en ce qui concerne les causes pathogéniques et la nécessité de plus en plus évidente d'éléments réparateurs primordiaux aussi importants, absolument purs et vivifiants, au lieu de l'atmosphère confinée, louche, de la boisson douteuse dont on se contentait jadis.

L'air imprègne tous les corps vivants et l'eau en est une partie constituante des plus importantes ; or, tous deux sont naturellement les réceptacles de tous les détritus comme de tous les parasites, germes de toute espèce, gaz plus ou moins délétères, et par-dessus tout l'ultime refuge de tous les excreta.

La vie microbienne domine de plus en plus à mesure que les formes primitives disparaissent.

Ces infiniment petits vivent néanmoins avec une incommensurable activité, nitrificateurs dans le sol, où pathogènes aussi bien que saprogènes, travaillent de concert ; ils évoluent dans les cultures spéciales à la manière des types plus élevés.

Arnaud et Charrin ont démontré que la vie microbienne se caractérise par une consommation d'oxygène, une fabrication d'acide carbonique et d'ammoniaque, la production d'une dose infinitésimale de toxine que l'on peut rapprocher des leucomaïnes des êtres plus élevés dans l'échelle.

La vie n'est qu'une lutte perpétuelle contre l'invasion microbienne. Nous n'avons pas à entrer dans les détails; mais un fait, qui prend chaque jour plus d'importance, nous intéresse plus particulièrement.

L'air d'abord, puis finalement l'eau, contiennent fatalement, en quantité variable, des germes, comme les particules disséminées propres aux matières fécales.

Un bacille normal pullulant d'habitude dans l'intestin, *bacillus coli communis*, expulsé de l'organisme, continue à vivre et proliférer.

Considéré jusqu'ici comme de valeur nocive très relative, il a pris tout à coup une importance extrême depuis la querelle entre les écoles de Lyon et de Paris.

Il est très fréquent dans les eaux suspectes, et sans nous occuper de la discussion sur son type plus ou moins protéiforme, nous devons faire tous nos efforts pour le détruire, au même titre que toute matière organique en suspension.

La facilité de remplacer l'air souillé par la respiration des êtres vivants a naturellement porté l'attention sur les moyens les plus simples et les plus faciles de renouvellement de l'atmosphère.

Ces moyens sont connus; je crois inutile d'entrer dans des détails complets; je me bornerai à signaler que l'on ne saurait trop s'élever contre certaines prétentions, qui considèrent le cube initial comme sans importance, pourvu que l'atmosphère viciée soit renouvelée dans une mesure en rapport avec l'absorption prévue d'oxygène, l'exhalation habituelle de gaz délétères. C'est à ce point de vue que MM. Putzeys et Ch. Herscher ont considéré la quantité d'air à fournir comme une constante absolue fixée de 40 à 60 mètres cubes par tête et par heure.

Ce qui nous conduirait finalement à vivre dans un véritable tourbillon.

La ventilation doit être le renouvellement insensible de l'air vicié, par de l'air nouveau, un brassage complet des deux atmosphères et sous une forme ne causant aucune sensation désagréable.

Je laisse de côté les divers modes usités pour exposer un système que j'ai adopté, pour plusieurs casernes et infirmeries, et qui permet l'introduction de l'air et sa sortie, sans inconvénients, dans les chambres habitées et spécialement pendant la nuit.

Un point sur lequel j'appellerai aussi l'attention, c'est l'aération spéciale à donner aux cages d'escalier; ici, le système qui m'a le mieux réussi est l'emploi de lanterneaux fixes ou à lames mobiles, que l'on place au sommet même des cages, et que l'on peut protéger à l'occasion par une simple toile d'emballage fixée par le haut, flottante dans le reste de son étendue, et qui fait l'office de chasse-neige ou coupe-vent.

Je poserai comme principe absolu que, pour une ventilation régulière, il faut une force adjuvante constante aux lois qui régissent naturellement le phénomène.

C'est une utopie que de compter sur l'action seule des différences de densité, et il faut, en outre, que l'accès de l'air nouveau ne soit pas la résultante des hasards de construction, mais parfaitement guidé et de source voulue.

Ceci admis, une seconde loi est aussi importante; il est indispensable que la masse d'air de renouvellement soit aussi divisée que possible, que son brassage avec l'air vicié soit ainsi plus intime et, par là, diminue d'autant, l'impression du froid produite forcément par son introduction; celle-ci, loin d'être pénible, doit au contraire produire un sentiment de bien-être général.

Enfin, un dernier desideratum peut s'imposer aujourd'hui : neutraliser au fur et à mesure de leur production, les gaz et substances vaporeuses toxiques par la production corollaire d'un agent spécial.

Voici comment je comprends cette première partie du problème, accès de l'air nouveau :

Au lieu d'ouvertures simples, substituer à celles-ci un dispositif ne permettant l'entrée de l'air qu'en nappes très minces et douées d'un mouvement ascendant manifeste; un moment, on a pu supposer le problème résolu par les vitres perforées, préconisées avec une certaine raison, du reste, par notre savant collègue Trélat; l'expérience n'a pas confirmé cet espoir.

J'estime, du reste, qu'aucun dispositif absolu dans son fonctionnement ne saurait réaliser tous les desiderata, le problème est trop complexe, et il est indispensable de pouvoir modifier l'accès de l'air suivant les mille et une circonstances que la pratique fait surgir tout à coup, conformément à la disposition des locaux, du climat, des saisons, etc...

Le dispositif auquel je me suis arrêté n'est autre que le système bien connu des persiennes avec lamelles mobiles.

Les différences portent sur la nature des matériaux, des lames de verres L, L *(fig. 1)* de 10 centimètres remplaçant le bois, et s'imbriquant à mi-largeur.

Ces lames se meuvent autour de tourillons occupant le centre d'une petite lame de tôle G de 2 centimètres de large, de la hauteur et de

l'épaisseur du verre qui s'y trouve accolé et maintenu par une petite pince d'acier d'une part, située en regard du tourillon, et un petit coulisseau adapté en bas de la lame de tôle suivant une ligne horizontale.

Le mouvement est commandé par une tige horizontale qui réunit en haut les deux tringles latérales destinées à mouvoir les lames de verre.

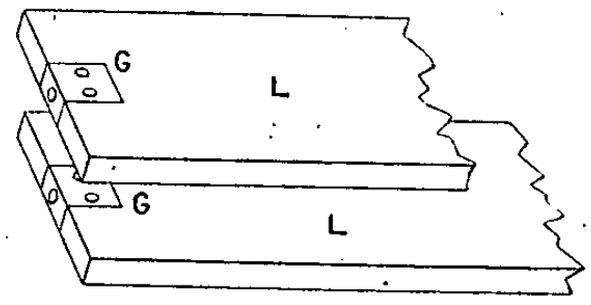


Fig. 1.

Un levier percé de trous *(fig. 2)* suivant l'épaisseur, en s'abaissant ouvre plus ou moins la persienne et, dans sa course, il est toujours en contact avec une petite lame indépendante percée de trous de haut en bas correspondant à ceux du levier ; une petite tringle de fer immobilise la persienne en passant par ces ouvertures, dans la position que l'on désire.

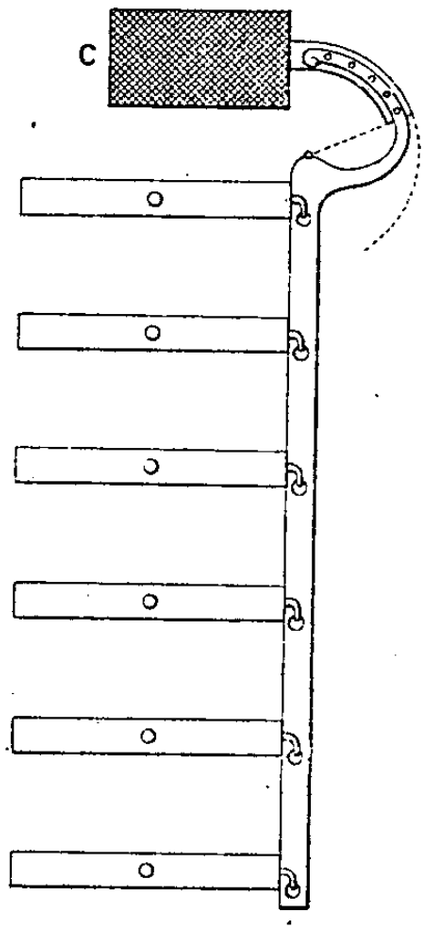


Fig. 2.

Si l'on craint l'intervention inopportune des habitants, on passe un anneau brisé dans l'œil que porte l'extrémité de cette tringle et au besoin on y ajoute un cadenas.

On peut ainsi graduer les ouvertures depuis 1 millimètre, jusqu'à l'angle droit avec la normale.

La séparation des lamelles étant de 1 à 2 centimètres, l'air ne peut entrer que par tranches minces se dirigeant de bas en haut, comme il est facile de s'en assurer en faisant pénétrer dans le local de l'air mélangé à de la fumée; cette force ascensionnelle se conserve assez pour que la diffusion se fasse sans aucun inconvénient pour le voisin, ce qui permet de placer les ouvertures d'entrée à hauteur d'homme, les ouvertures de sortie aussi haut que possible ; on réalise ainsi les meilleures conditions de renouvellement de l'atmosphère confinée.

Dans cette dernière position, le mouvement de la persienne se fait au moyen d'une tirette, un ressort spécial maintenant le tout fermé; la fermeture reparaît dès qu'on cesse d'agir sur la tirette.

Le jeu de celle-ci peut être préservé également par un cadenas ou un anneau brisé.

Ces appareils, employés depuis peu dans une infirmerie et une caserne, paraissent devoir donner d'excellents résultats.

On comprend, du reste, qu'ils remplissent toutes les conditions voulues pour la graduation infinie de la masse d'air à introduire.

La nécessité d'air neuf par tête d'individu, de 16 à 20 mètres cubes par heure, a été adopté en général; en France, dans les casernes, on est au-dessous de ce desideratum indispensable cependant au libre fonctionnement de l'acte respiratoire.

D'autre part, la Commission anglaise de 1837 exige, au contraire, au moins 30 mètres cubes par tête et par heure et elle a parfaitement raison.

L'appareil du colonel Renard a un débit, quand il fonctionne d'une façon constante, calculé d'après la formule de Hutton, et contrôlé par l'anémomètre Combes, qu'on évalue, à tirage moyen, à la vitesse de $1^{m},50$ par seconde, de 500 mètres cubes à l'heure.

A $0^{m},50$ de vitesse par heure, qui est celle recommandée pour l'introduction de l'air, il ne fournit, pour une section d'aspiration de $0^{mc},0180$, qu'un débit de 115 mètres cubes; c'est environ un demi-mètre cube par centimètre carré.

D'un autre côté, Wazon démontre que les différences observées dans la ventilation artificielle, entre la somme déterminée par le calcul et celle obtenue effectivement, sont fréquemment jusqu'aux deux tiers au moins du débit prévu.

Donc, je rappellerai tout d'abord que, bien qu'un point de départ absolu soit nécessaire, le calcul le plus sévère n'est et ne saurait être qu'approximatif; comme l'a fait observer le comité spécial du génie : en matière de ventilation, toutes les théories semblent épuisées, aussi avons-nous, de notre côté, le droit de conclure : la parole reste à l'expérimentation serrant le calcul le plus près possible.

C'est à ce double point de vue qu'un système mobile, facilement mis en action voulue, me paraît présenter un intérêt nouveau.

Or, rien n'est plus simple que de graduer l'écartement des lames de verre qui constituent notre système.

Si donc nous admettons, comme l'expérience tend à le démontrer, qu'une différence de température de 20 à 25° détermine, dans une cheminée, un courant d'une vitesse de $1^{m},20$ par seconde, nous pouvons admettre que la ventilation naturelle d'une chambre peut atteindre environ 1 mètre par seconde du fait de la différence de température des couches inférieurs avec les supérieures, et de l'air intérieur avec l'air extérieur.

La ventilation insensible, résultant du fait mêmede notre mode de construction habituel, fournit en général fatalement le tiers du volume nécessaire; partant des principes déjà exposés, un apport supplémentaire certain de 10 mètres cubes par tête et par heure serait suffisant, ce qui, pour une chambre de vingt hommes en moyenne exige un orifice d'apport de 400 centimètres carrés à raison de 20 centimètres par homme, en traitant la question largement.

Pour se rapprocher le plus possible de la ventilation insensible, je crois que l'écart entre les deux lames de verre peut tout d'abord être fixé à 1 centimètre avec faculté de modification immédiate, suivant les cas, dans une progression successive de 2 à 5 millimètres.

Si l'on prend pour type les chambres des casernes dernièrement construites, comportant des chambres de contenance moyenne de vingt hommes avec deux fenêtres en regard de chaque côté et qu'on y adapte deux systèmes pour l'introduction de l'air à raison de 40 centimètres en tous sens, chaque système comportant sept ouvertures et pour chaque écartement des lames 1 centimètre, on obtient une moyenne de 600 centimètres en chiffres ronds. L'écartement en plus de 5 millimètres donne successivement, en bonne moyenne, 250 centimètres de plus ; donc à un centimètre et demi d'écartement, nous obtenons par tête d'individu ce qui nous est nécessaire en réduisant la vitesse d'entrée à 10 ou 12 mètres par seconde.

Reste à savoir ce que la pratique nous démontrera.

Si nous adoptons pour la sortie une vitesse de $1^{m},50$, tirage moyen des cheminées, nous installerons en regard ou opposition un système occupant le point le plus élevé de l'appartement; l'écartement des lames pour une vitesse portée sans inconvénient au double ou au triple ne devra donc pas être supérieur à celui d'appareils d'apport.

Un système qui fonctionnerait ainsi régulièrement serait l'idéal, puisque l'augmentation, comme la diminution du débit, pourrait se faire par le simple changement de la lame mobile ; mais je me hâte d'ajouter : rien n'est aussi aléatoire en pratique, les causes qui déterminent naturellement le tirage proprement dit, variant elles-mêmes à l'infini, suivant la direction des vents et le calorique, soit intérieur, soit extérieur.

Il est donc indispensable d'avoir un exutoire d'une action certaine, qui lui alors réglera forcément tout le système, aidé toujours lui-même par les différences de densité atmosphérique, toujours en rapport avec une température extérieure plus froide, la seule qui nous importe dans nos climats ; car autrement l'ouverture des fenêtres réaliserait le problème d'une façon autrement simple.

Pour cela, il faut une source de chaleur indépendante ; c'est une utopie que de chercher mille et une combinaisons pour trouver un corollaire d'une autre source nécessaire aux besoins usuels, quand on s'adresse à des établissements où, la nuit, tout fonctionnement s'arrête.

Si on emprunte à une cheminée en action une partie de son tirage, ce sera toujours au détriment du tirage utile et voulu ; cette observation élémentaire est nécessaire en ce sens que l'on cherche constamment à produire un effet utile en matière de ventilation sans vouloir assurer la force initiale nécessaire.

J'ai d'abord cherché un dispositif pour une chambre unique, j'y ai renoncé, et voici le dernier plan auquel je me suis arrêté :

Une gaine de dimensions déterminées court du haut en bas de l'édifice ; elle occupe, si faire se peut, le milieu d'une des parois des chambres superposées qu'elle est destinée à desservir. Ce sera celle opposée naturellement au côté où sont installées les vitres pour l'introduction de l'air nouveau, puisqu'elle est appelée à compléter l'action des bouches d'évacuation, appliquée contre la muraille ou noyée dans celle-ci, peu importe ; à 1 mètre environ du plafond elle offre une ouverture qui permet la sortie de l'air surchauffé activée par un foyer artificiel. Tel est le principe général; voyons maintenant le détail :

Tout d'abord, le foyer de tirage pourra être unique, un simple bec de gaz placé à l'étage le plus inférieur et commandant toute la gaine; ou, au contraire, chaque étage aura son foyer spécial dont on utilisera en même temps le pouvoir éclairant.

Ensuite, quelle sera la section d'ouverture à donner à la bouche de sortie?

En prenant les calculs du colonel Renard, $0^{mc},0022$ donnent au grand tirage de son appareil, dont la section générale est de $0^{m},36$ sur $0^{m},16$, 40 mètres cubes par tête et par heure dans une chambre de 25 lits de contenance.

Je pense qu'une section de 12 centimètres sur 10 sera suffisante, puisqu'elle donnerait au grand tirage pour 20 hommes, à raison de $0^{mc},007$ par tête, un appel correspondant à au moins 10 mètres cubes par tête.

Cette section sera prise sur une gaine de $0^{m},04$ de rayon, ce qui représentera un peu moins de la moitié de la circonférence environ ; un dispositif à appareil mobile permettra de profiter plus ou moins du courant ascensionnel général suivant les besoins. L'expérience a démontré que la quantité de calorique nécessaire pour le tirage tient bien moins à la quantité développée qu'au bon fonctionnement du tirage.

Le volume d'air expulsé peut être considéré comme augmentant en raison des racines carrées des hauteurs des gaines d'appel.

Ce système n'a rien de bien nouveau au point de vue de l'expulsion de l'air vicié, mais il faut absolument admettre que la ventilation naturelle ne suffira presque jamais pendant la saison humide et froide où l'accès de l'air est pénible, ce qui pousse les hommes à tout calfeutrer ; ce n'est qu'en déterminant un courant insensible que l'on obtiendra de réels résultats, autrement on peut être certain que les orifices d'ouverture seront toujours bouchées par les occupants.

En somme, les éléments qui souillent le plus souvent l'air et l'eau sur une composition atomique générale commune, ce sont des substances organiques dont l'ennemi le plus certain est l'oxygène, qui va brûler

aussi bien la toxine d'origine pulmonaire que la toxine microbienne et le bacille lui-même.

C'est à ce point de vue que la maison Herscher, sur les indications du Dr Renouard, a construit pour la stérilisation des eaux un appareil qui porte les liquides à une température assez élevée pour détruire tous les organismes nocifs; mais ce procédé, très utile dans les pays à eaux dangereuses, est un pis aller, il donne par la précipitation des sels calcaires, la disparition des gaz des eaux lourdes et insipides.

Aussi, je crois préférable de chercher à résoudre le problème de la stérilisation de l'air et de l'eau par un procédé plus parfait, l'action de l'électricité, fait déjà acquis à la science, comme nous le verrons plus loin.

Déjà en 1862 (je crois avoir été le premier à indiquer cette voie), je préconisais, dans la *Gazette des Hôpitaux* l'emploi de l'ozone comme purificateur par excellence, la présence de la matière organique en suspension dans l'air étant incompatible avec des traces d'ozone, et la prolifération des germes impossible ou considérablement atténuée.

Malheureusement, à cette époque, les sources de production étaient plus théoriques qu'effectives ; la question en resta là.

Vous savez tous que l'ozone peut être considéré comme de l'oxygène électrisé condensé sous la formule $O^2 + O$, soit trois volumes d'oxygène condensés de façon à former deux volumes d'ozone, ou encore un oxyde d'oxygène.

Vous connaissez ses propriétés éminemment oxydantes; d'autre part, Claude Bernard a fait observer qu'en pratique, vu son instabilité en présence des matières organiques, sa transformation immédiate nécessaire dans le sang ne lui donne pas les propriétés toxiques qu'une expérience limitée pourrait faire redouter; en effet, un chien n'a pas paru affecté de l'injection, dans la veine jugulaire, de 12 centimètres cubes d'ozone.

La solubilité de ce gaz est sujette à des opinions très opposées : insoluble pour les uns, il serait, d'après Wurtz, très soluble dans l'eau qui en absorberait de 3 à 5 centimètres cubes par litre.

Ces avis différents tiennent à la rapide décomposition de l'ozone.

Ses propriétés microbicides et désinfectantes sont considérables.

On est donc en droit d'être étonné que cet agent aussi répandu aujourd'hui dans l'industrie soit ainsi délaissé par l'hygiène.

Dans le traitement de certains minerais par l'électrolyse, l'ozone produit au cours des opérations sert à préparer l'acide sulfurique.

MM. Broyer et Petit ont construit un appareil qui permet d'obtenir 8 à 10 mètres cubes d'ozone à l'heure (Décharges électriques obscures dans des tubes de verre parcourus par un courant d'oxygène).

Cet ozone sert au vieillissement des eaux-de-vie par oxydation des huiles essentielles.

M. Villon a construit un appareil ozoniseur pouvant donner 200 mètres cubes de gaz à l'heure; il sert à la décoloration des pâtes de papier.

Hall a construit, en 1886, un appareil transformant directement l'oxygène de l'air en ozone.

Enfin, on peut avec la plus grande simplicité obtenir de l'air ozonisé, au moyen de deux tubes en verre remplis de graphite en poudre qui servent de conducteur à l'électricité produite par la pile ou des accumulateurs et passant dans une bobine d'induction qui communique avec les deux tubes conducteurs placés parallèlement en regard l'un de l'autre, à une distance convenable pour la production d'effluves, qui sont lumineux dans l'obscurité, et au contact desquels l'oxygène de l'air se transforme en ozone.

Le procédé employé par M. de Méritens pour vieillir les vins et détruire tous les germes est également dû à l'intervention de l'électricité. Il est basé sur l'action de courants alternatifs qui, par le trouble profond produit dans la masse liquide, rend la vie impossible à toute espèce de ferment ou d'élément microbien.

Il n'est toutefois pas bien certain qu'il ne se produise pas un peu d'ozone aux dépens de l'air et de l'oxygène dissous.

Comment utiliser ces ressources à notre point de vue?

La production de l'ozone pour la purification de l'air importe peu comme source première; le seul point important est de l'y introduire en quantité suffisante.

Tous les endroits maléolents par nature, tous les centres d'habitations collectives en bénéficieront sans consteste; encore les chambres privées où l'on traite les malades atteints d'affections contagieuses.

Dans ces conditions, si l'on réfléchit que l'industrie peut produire de l'oxygène à raison de 50 centimes le mètre cube et l'ozoniser avec une excessive simplicité de façon que les 100 litres d'ozone ne coûteront guère plus de 5 centimes comme base première, et mettons le double pour l'ozonisation, il semble préférable d'avoir à sa disposition un réservoir d'ozone comprimé qui s'échapperait par bulles de barbotage au moyen d'un appareil spécial.

On graduerait, ainsi à volonté, avec la dernière précision la quantité de gaz nécessaire, de même que l'on pourrait en surveiller facilement le débit.

En ce qui concerne les eaux, l'emploi de l'ozone est plus délicat; peut-on arriver à produire l'ozone en quantité suffisante par action directe sur l'oxygène de dissolution?

Je le crois, car l'oxygène en question servirait indéfiniment à être électrisé, puisqu'en présence des matières à détruire, l'ozone se décomposerait de suite et il ne saurait se produire une quantité d'ozone trop grande.

Mais, d'un autre côté, on peut concevoir la production de l'ozone dans un appareil séparé disposé à proximité du filtre ordinaire ou d'un réservoir quelconque; un simple accumulateur suffirait comme source d'électricité: ainsi procède l'industrie.

Mais il me semble bien préférable d'avoir simplement recours au réservoir de gaz comprimé; la seule question à résoudre serait alors de déterminer la quantité probable nécessaire de gaz pour stériliser complètement un volume d'eau déterminé.

En se basant sur l'action de l'ozone rendant une atmosphère mortelle aux insectes et supposant la vie microbienne cent fois plus résistante, il faudrait en moyenne 1 litre d'ozone pour stériliser par contact 5 litres d'eau.

Je crois, dans tous les cas, que l'ozone doit être fort peu stable dans l'eau et qu'en très peu de temps il ne doit plus rester que de l'oxygène qui ne saurait dépasser sa propre solubilité habituelle et dont le maximum ne peut que rendre les eaux meilleures.

Il y a avantage à vulgariser ces études, qui ne peuvent manquer d'aboutir, et de chercher à trouver en France une formule pratique avant que cela nous revienne d'Amérique, un peu comme pour toutes nos idées premières.

M. le Dr RAYMONDAUD

Directeur de l'École de Médecine de Limoges.

DE L'INFLUENCE QUE PEUVENT AVOIR LES INSTITUTIONS MÉDICALES SUR LES PROGRÈS DE LA COLONISATION FRANÇAISE DANS L'INDO-CHINE

— Séance du 18 septembre 1891 —

I

Quelle que soit la divergence des opinions sur la valeur de telle ou telle colonie, un courant général entraîne aujourd'hui les nations de l'Europe vers les idées de colonisation.

Il est, d'autre part, un principe justement accrédité, c'est que la science est le grand moyen d'action des temps modernes.

Le but de cette communication est de faire ressortir les avantages qui pourraient résulter pour la France, d'institutions scientifiques établies dans les pays d'Orient qui lui sont rattachés par possession directe ou à titre de protectorat.

Ces institutions manquent en Cochinchine, au Cambodge, en Annam, au Tonkin.

Il y a là un immense champ d'observations, d'études, d'action scientifique, comprenant deux vastes empires qui, depuis plus de trente ans que le pavillon français a été arboré à Saïgon, n'a pas encore été mis en valeur.

Il peut l'être, au profit de nos nationaux, — des indigènes, — de la patrie, — de la science, — de l'humanité.

Nos nationaux y trouveraient de nouveaux centres d'activité, des positions personnelles, les moyens de se créer des relations avantageuses; — les indigènes, ceux du moins qui n'appartiennent pas aux classes privilégiées, la possibilité de développer leurs facultés latentes, d'augmenter leur capacité, leur bien-être, de relever leur état social, de satisfaire au désir qu'ils manifestent de concourir à l'administration locale dont leur insuffisance actuelle les tient éloignés.

Ces créations aideraient puissamment à l'immigration de l'élément français dans nos colonies d'Extrême-Orient; elles établiraient, entre ces colonies et la Métropole, un lien solide formé d'intérêt réciproque, de solidarité, d'affection. Elles réaliseraient le devoir de protection qu'impose aux nations fortes l'autorité et la puissance vis-à-vis des races moins favorisées ou négligées.

La science, largement installée dans un domaine sans limites, opérant sur un terrain nouveau, dans des conditions inaccoutumées, stimulées par le contact et la rivalité de l'antique savoir asiatique, deviendrait plus féconde en se rajeunissant.

Il y aurait nécessairement un choix à faire parmi les institutions appelées à l'honneur de servir la colonisation. Avant toutes se présentent les écoles d'enseignement primaire et secondaire, puisqu'elles ouvrent la voie par laquelle doit passer l'enseignement scientifique.

Ces écoles existent déjà en nombre insuffisant, il est vrai ; mais, sous ce rapport, on peut s'en rapporter au zèle de l'*Alliance française*, qui a fait de la question des écoles l'objet d'une active et heureuse propagande.

Étendre la langue, et, par elle, l'influence française, est un désir tout naturel aux Français et bien capable de leur inspirer de patriotiques efforts. Mais on n'aperçoit pas, du côté des indigènes, de motifs sérieux de correspondre à ce désir. Pour établir cette correspondance qui, jusqu'ici, fait défaut, que faut-il? — Attirer réciproquement à nous ces populations par le sentiment de leur propre intérêt. Or, cet intérêt gît dans le développement de la capacité personnelle.

Le moyen pratique, c'est de créer des écoles professionnelles.

Ce que nous savons du caractère des Annamites nous permet de compter sur le succès de pareilles écoles au milieu de populations intelligentes,

adroites, dociles, douées d'un remarquable talent d'assimilation et animées du désir de s'instruire.

Je n'ai pas qualité pour me placer à ce point de vue général ; mais, restant dans les limites de ma compétence, je me bornerai à développer les avantages d'un enseignement médical dans l'Extrême-Orient, en faisant ressortir l'importance qu'il pourrait avoir comme organe de colonisation.

La science qui apprend à supprimer la douleur, à corriger les infirmités, à guérir les maladies; à en détruire les germes, à en arrêter les ravages, à rendre les corps plus robustes et plus sains, à prolonger l'existence, cette science ouvre toutes les portes, celles, en particulier, qui restent fermées à la politique et à la religion.

Cette science est en honneur dans l'Extrême-Orient où elle est surtout cultivée dans les hautes classes sociales, et, quel que soit l'amour-propre des Orientaux, ils ne peuvent méconnaître la supériorité de la science médicale de l'Occident sur celle qu'ils enseignent.

Des institutions qui mettraient la science médicale européenne à la portée d'un certain nombre d'indigènes intelligents et de bonne volonté, seraient certainement accueillies avec reconnaissance. — Elles feraient pénétrer, dans les masses qu'éloigne de nous le sentiment de résistance à l'étranger, avec les bienfaits de l'art médical, l'influence française dont ces bienfaits apparaîtraient comme une émanation. — Les occasions d'accès au médecin ne sont que trop multipliés dans ces parages. Ce qui domine la pathologie de l'Indo-Chine, ce sont les intoxications endémiques produites par la décomposition des substances organiques dans des terrains inondés, sous l'influence de la chaleur de la zone torride, fièvre palustre, dysenterie, choléra, plaies et ulcères annamites, etc. Or, nous avons, dans les ressources que l'agriculture fournit à l'hygiène, dans les procédés d'assainissement des campagnes et des villes, dans l'usage méthodique de la médication quinique, dans l'emploi généralisé de l'antisepsie et de la désinfection, des armes puissantes et toutes prêtes pour entrer avantageusement en campagne. Déjà les vaccinations ont fait diminuer, dans une large mesure, les ravages de la variole, l'un des fléaux de ces pays. — Un usage qui existe au Cambodge, l'incinération des cadavres, pourrait être étendu, avec quelques modifications, à l'avantage de ce royaume et des régions voisines; de plus, les résultats qu'il y a lieu d'en attendre pourraient encore aider au progrès de l'hygiène, en affaiblissant certaines résistances que cette pratique trouve encore dans les nations civilisées. — Comme conclusion provisoire, on peut dire que la médecine et l'hygiène françaises ont fait leurs preuves dans la basse Cochinchine. Au début de l'occupation, la mortalité était de 11 0/0 dans le corps expéditionnaire, elle n'était plus que de 5 0/0 en 1886.

Si la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Beyrouth, si l'École de Médecine de Pondichéry peuvent rendre des services : la première en Syrie où la France n'a pas de territoire; la seconde, dans les conditions très défavorables où se trouvent les colonies de l'Inde française, que ne peut-on attendre d'institutions anologues, installées à Saïgon, à Hué, à Hanoï, au milieu d'une population de dix-huit millions d'habitants, où tout semble préparé pour le succès !

Chacune de ces institutions devrait modifier son installation et son enseignement d'après les conditions diverses du climat, suivant les mœurs et les besoins de chaque pays.

La première devrait être fondée à Saïgon, où le droit de conquête, la possession acquise et l'occupation prolongée ont affermi la domination française, et où se trouvent d'ailleurs des institutions qui conduisent ou aident à l'enseignement médical : deux collèges, un jardin botanique, un hôpital, etc., etc.

Une École de Médecine et de Pharmacie suppose en effet, dans son entourage, un ensemble d'établissements pouvant servir à l'enseignement de la physique, de la chimie, des différentes branches de l'histoire naturelle et des diverses sections de l'art médico-chirurgical et pharmaceutique.

De là, la nécessité de dépenses assez considérables.

Mais ces établissements, amphithéâtres, laboratoires, musées, jardins botaniques et zoologiques, accessoires obligés de l'enseignement technique, servent en même temps à l'éducation générale du public, profitent à l'agriculture, à l'industrie, aux études d'acclimatation, quelques-uns contribuent à la décoration des villes; tous peuvent compter parmi les signes les plus expressifs de la grandeur et de la prospérité d'une colonie.

II

Il ne faut pas perdre de vue qu'une colonie comprise tout entière dans les zones équatoriale et tropicale (entre le 8° et le 23° de latitude nord), présente un climat hostile aux Européens.

Pour en faciliter le service, pour diminuer les dangers du séjour que nos nationaux ont à y faire, il est indispensable de créer, sur un certain nombre de points bien choisis, des milieux particulièrement favorables, des refuges sanitaires, ce qu'on nomme aujourd'hui des *sanatoria*.

Cette idée avait été conçue par P. Bert, alors résident général de France en Annam, que la mort empêcha de réaliser ses projets.

« Là, sous l'influence d'un air pur et frais, du repos physique et moral, d'un confort relatif, le soldat, le marin, le fonctionnaire, le commerçant, l'industriel, le colon, dont la santé commence à péricliter, peuvent

conjurer le mal dont ils se sentent menacés, se remettre et recouvrer les forces qui leur sont nécessaires pour reprendre leur service ou leurs occupations.

» A défaut des secours qui se trouvent réunis dans ces refuges, le mal s'aggrave, les malades succombent, ou leur santé se détériore au point de ne pouvoir être réparée, quand cela est encore possible, que par le retour au pays natal. Alors commence un voyage long, pénible, dangereux, que les uns ne peuvent terminer, qui achève d'excéder les autres, dans tous les cas dispendieux et qui, de plus, a pour effet l'amoindrissement des ressources de notre occupation coloniale.

» Il y a donc tout avantage à remplacer le mouvement rapide de rapatriement que les influences nuisibles de la zone intertropicale rend nécessaire aux Européens, par un système qui permettrait de prolonger le séjour à la colonie, tout en maintenant dans des conditions satisfaisantes la santé de ceux qui doivent l'habiter. »

M. H. de MONTRICHER

Ingénieur civil des Mines, à Marseille.

VALEUR ÉCONOMIQUE DE LA VIE HUMAINE DANS LA COMMUNE DE MARSEILLE

— Séance du 19 septembre 1891 —

La vie humaine est, à divers titres, une source de produits et peut, par conséquent, être évaluée approximativement ; la population constitue une richesse comme les biens-fonds, les cultures, les constructions et les valeurs mobilières.

Considérée au point de vue moral, la vie humaine représente un capital que les évaluations vénales ne peuvent chiffrer, et cela est si vrai que si l'on met en parallèle cette valeur inestimable et celle que constitue la somme des services matériels que chacun est apte à rendre au corps social, celle-ci disparaît devant celle-là. Quel est l'homme de cœur qui ne fasse bon marché de sa vie quand son honneur est en jeu ; et n'arrive-t-il pas, en cas de guerre ou de calamité publique, qu'on expose des milliers d'existences pour la défense d'une idée, l'affirmation d'un prin-

cipe ou pour sauvegarder le droit ou les jours de quelques-uns ou même d'un seul?

La recherche de la valeur *économique* de la vie humaine a exclusivement pour bases les statistiques relatives à la population et à la mortalité d'une ville ou d'un état et pour objet l'évaluation du travail utile de chacun égal à la somme dont le produit de ce même travail représente l'intérêt.

Basant ses calculs sur les dénombrements de la population par sexe, par groupe d'âge, par département, par arrondissement et par commune; sur le chiffre des habitants des villes et des campagnes; sur les moyennes des salaires dans l'industrie et dans le commerce, enfin sur le rendement des impôts, des octrois et des redevances de toutes espèces, M. le Dr Rochard, membre de l'Académie de Médecine, évalue la population de la France à 41.321.236.650 francs, chiffre qui donne pour chaque Français une valeur de 1,097 francs.

Le Dr William Farr, en Angleterre, s'appuyant sur la vie probable et la durée de la validité de l'homme pour chaque âge, a composé des tables portant les âges successifs, et en regard la somme des salaires moyens pour chaque groupe de professions; il arrive ainsi, au moyen d'une série de calculs, à établir pour la valeur économique moyenne de la population de la Grande-Bretagne, la somme de 150 livres sterling ou de 3.750 francs représentant la capitalisation des gains, appointements, honoraires, salaires et profits des classes commerçantes, industrielles, laborieuses ou exerçant une profession libérale, divisée par le chiffre de la population, et non compris l'exploitation d'un capital matériel quelconque.

Cette estimation, faisant entrer en ligne de compte les femmes et enfants, les vieillards, les infirmes, les incapables et les parasites, ne représente évidemment pas la valeur ordinaire courante de l'homme valide.

Le Dr Rochard évalue à 6,000 francs l'homme âgé de vingt ans, bien portant et tel que l'État le prend pour le service de l'armée. Des statistiques établies aux États-Unis attribuent à l'homme arrivé à l'âge où il va rapporter le plein nécessaire à sa vie propre et à la vie sociale une valeur moyenne de 500 dollars ou de 17.000 francs.

La valeur vénale, pour ainsi dire, de la vie humaine est inhérente à l'individu et proportionnée à ses services, à son habileté, à sa compétence en toutes choses. Transférable chez l'esclave, elle est, chez l'homme libre, inaliénable. Le travail préalable des parents, les dépenses afférentes aux soins, à la nourriture, au vêtement, au logement, à l'éducation, à l'apprentissage de l'enfant sont, dans une certaine mesure, assimilables à des placements de capitaux dont les risques se répartissent sur un nombre plus ou moins considérable d'années; la récupération de cette mise de fonds s'effectue par le moyen des profits du survivant, consistant

en gages, salaires et gains de toutes sortes ; une fois cette mise de fonds ainsi équilibrée, l'excédent s'accroît pendant la maturité de l'âge et baisse ensuite pour s'anéantir enfin dans la faiblesse et les infirmités de la vieillesse.

La valeur, en quelque sorte escomptable, des profits futurs probables de chaque individu, diminués de la mise de fonds nécessaire à leur production, constitue la valeur *actuelle* de chaque individu.

Cette valeur est estimée, indépendamment du capital extérieur et tangible, bien que celui-ci puisse être la source de la plus grande partie des profits retirés de l'exercice d'un métier, quel qu'il soit, et en ne faisant entrer dans les calculs que trois variables : 1° la mise de fonds préalable ; 2° le temps pendant lequel cette mise de fonds est engagée ; 3° les gains ou profits à chaque âge successif.

De ces données, le Dr W. Farr déduit :

La durée de la vie probable pour chaque âge ou groupe d'âge ;

Le montant des gains futurs et leur valeur escomptable (au taux de 3 0/0) pour chaque âge et par catégories de professions, savoir :

A) Ouvrier à la journée, manœuvre ou cultivateur ;

B) Employé ou fonctionnaire gagnant un salaire moyen bas ;

C) Employé, fonctionnaire ou administrateur gagnant un salaire moyen élevé ;

D) Homme exerçant une profession libérale moyenne.

Les mêmes tables s'appliquent aux femmes pouvant être rangées dans les catégories ci-dessus, mais en faisant subir aux chiffres en regard une diminution de 40 0/0.

La vie probable d'un homme de quinze ans est, d'après les tables de Farr, de cinquante-six ans, la durée de sa validité de trente-huit ans.

La valeur économique d'un ouvrier de vingt-cinq ans est estimée à 233 l. st. 59, ou à 5.854 francs ; celle d'un ouvrier de cinq ans à 1.382 francs, c'est-à-dire que l'on pourrait escompter à cette somme la valeur des services futurs probables d'un enfant de cinq ans appartenant à la classe ouvrière, déduction faite de ses dépenses antérieures au moment où il sera en état de fournir des services.

De même la valeur économique d'un homme de vingt-cinq ans, appartenant à l'une des catégories B, C, D ci-dessus serait respectivement de 12.025, 15.675 et 133.225 francs.

Nous avons cherché à appliquer ces données à la population de la commune de Marseille, en prenant pour base le dénombrement de 1886, d'après lequel les qualités et professions sont ainsi réparties

	POPULATION masculine.	POPULATION féminine.
Ouvriers et manœuvres	42.625	24.298
Domestiques	3.358	9.666
Gendarmerie et police	628	»
Fonctionnaires et employés d'administration	1.199	52
Employés	17.522	4.804
Propriétaires exploitants	1.711	1.513
Fermiers ruraux	319	161
Industriels	9.626	2.591
Commerçants	11.974	5.197
Professions libérales	2.520	964
Propriétaires rentiers	3.063	2.088
Armée	6.014	»
Familles des précédents	84.408	125.058
Sans aveu	587	1.603
Non classés	4.196	6.398
TOTAUX	189.750	184.393

En répartissant la population *active*, à chaque âge successif, proportionnellement aux nombres représentant chacun des groupes ci-dessus et en rangeant ces groupes par catégories A, B, C, D, on obtient, par âge et par groupe, les valeurs cherchées, et, en totalisant ces dernières, la valeur de la population entière.

Ainsi la population *active* masculine de Marseille étant de 99.828 individus et la population masculine de 0 à cinq ans de 17.174, nous admettons que la population ouvrière masculine de 0 à cinq ans est de $\frac{42.625}{99.828} \times 17.174 = 7.332$; la valeur de cette population, d'après les tables de Farr (cat. A), est de 549.900 francs.

Totalisant les valeurs de la population ouvrière masculine à chaque âge successif, on trouve pour valeur de la population ouvrière masculine entière 241.977.025 francs.

Par des calculs analogues, nous avons établi la valeur économique de la population de la commune de Marseille (recensement de 1886) ainsi qu'il suit :

Ouvriers et manœuvres. . . .	Catégorie	A	379.564.050 fr.
Domestiques	—	A	56.783.800 —
Gendarmerie et police	—	A	4.774.625 —
Fonctionnaires	—	C	14.526.725 —
Employés	—	A	256.489.125 —
Propriétaires exploitants . . .	—	C	37.960.350 —
Fermiers ruraux	—	C	6.172.700 —
Industriels	—	C	221.870.400 —
Commerçants.	—	C	281.127.950 —
Professions libérales.	—	D	356.127.250 —
Propriétaires rentiers	—	»	»
Armée.	—	»	»
Familles.	—	»	»
Sans aveu	—	»	»
Non classés.	—	»	»
TOTAL			1.617.363.425 fr.

La valeur totale de la population de la commune de Marseille est donc de 1.617.363.425 francs.

La population étant de 369.364 habitants (déduction faite des militaires), la valeur économique moyenne est de 4.650 francs.

Nous avons cherché, d'autre part, à titre de contrôle, et comme terme de comparaison, à établir la part des impôts et redevances diverses pesant plus particulièrement sur la population active.

Les produits des impôts, contributions, octrois, redevances et prélèvements de toutes sortes ont été, en 1890, dans la commune de Marseille :

Principal des quatre contributions.	10.683.900 fr.;	par habitant:	Fr. 26 71
Budget municipal.	17.551.040 —	—	43 88
Contributions indirectes.	21.201.711 —	—	53 »
Enregistrement et timbre.	12.706.334 —	—	31 76
Douanes (part attribuée approx.)(1)	4.000.000 —	—	10 »
TOTAUX.	66.142.985 fr.	—	Fr. 165 35

Les impôts et redevances autres que ceux qui touchent la propriété fon-

(1) Le rendement des douanes, pour la France entière, est de 399.300.000 francs; nous en déduisons par proportion la part attribuable à la population de Marseille. — La recette de Marseille est de 60.250.715 francs.

cière et mobilière, et qui ne sont pas prélevés, par conséquent, sur le capital matériel, sont les suivants :

Portes et fenêtres (5/10)	Fr.	819.846
Patentes (2/10)		964.586
Cote personnelle et mobilière		3.064.272
Octroi (consommation)		6.710.000
Canal (alimentation)		992.000
Boissons		9.144.182
Allumettes		489.179
Douanes (consommation)		4.000.000
TOTAL	Fr.	32.184.165

La part de cette somme fournie par la population active peut être évaluée à 14.804.716 francs ou à 37 francs par habitant de la commune de Marseille, indépendamment des impôts prélevés sur les fortunes particulières et sur les capitaux employés au commerce et à l'industrie. Cette part correspond à 0 fr. 80 c. 0/0 environ du capital représentant la valeur économique de la vie humaine dans la commune de Marseille.

Dans les évaluations qui précèdent, nous n'avons envisagé que la population active et n'avons fixé aucune attribution aux propriétaires rentiers, à l'armée, aux membres des familles, aux individus sans aveu ou non classés.

L'armée a une valeur spéciale que l'on peut estimer d'autre part, mais qui ne doit pas influer sur la situation économique d'une population ; aussi, dans le calcul des réductions des valeurs totales à la valeur individuelle par habitant, avons-nous déduit le contingent militaire du chiffre de la population totale.

Nous avons rangé les industriels et commerçants dans la catégorie (C) des employés, fonctionnaires ou administrateurs gagnant un salaire moyen élevé : c'est leur attribuer une valeur relativement inférieure; il est incontestable, en effet, que le rendement d'une exploitation industrielle quelle qu'elle soit, dépend, pour une large part de l'habileté et de la compétence des chefs qui dirigent cette exploitation et des ouvriers qui y sont employés ; que les conceptions de l'intelligence sont centuplées par l'emploi des outils, machines à vapeur et les autres applications du génie de l'homme que le capital matériel met en œuvre, et qu'en résumé ce dernier et le capital intellectuel qui constitue la valeur économique de la vie humaine sont intimement liés ; nous avons néanmoins admis ce classement pour nous tenir plus étroitement dans les limites de l'objet de cette étude, à savoir l'évaluation du rendement du labeur individuel,

indépendamment des ressources matérielles dont celui-ci peut s'étayer.

Nous avons également négligé la valeur attribuable à la femme n'exerçant aucune profession ou non pourvue d'un emploi; nul ne pourrait pourtant contester l'action de la mère ou de l'épouse dans le développement moral et intellectuel de l'homme, facteur prépondérant de sa valeur utile. La mère, tandis que le chef de famille vaque aux occupations extérieures, façonne l'esprit de l'enfant, dirige ses goûts, devine et fortifie ses aptitudes, et l'empreinte qu'elle laisse à son âme ne s'efface jamais.

Plus grand encore et plus décisif est le mandat de l'épouse. Occupée aux soins de la maison et du ménage, elle épargne à l'homme les soucis de la vie matérielle, assurant ainsi à son esprit la liberté et l'activité nécessaires à l'accomplissement de ses travaux, elle lui fait un intérieur agréable, où il goûte le repos et acquiert la force nécessaire au labeur du lendemain; aux jours mauvais, elle le fortifie de sa tendresse, remonte son moral, et l'arme de courage pour continuer la lutte de l'existence; l'association d'une telle compagne décuple les facultés productives de l'homme, mais la valeur économique qu'elle représente échappe aux calculs de la statistique: elle est, en effet, inestimable. Au surplus, faut-il le dire, la contre-partie existe malheureusement, et combien ne pourrait-on citer de belles intelligences atrophiées, de nobles énergies anéanties par des influences néfastes, auxquelles la fatalité condamne parfois sans merci les mieux intentionnés d'entre les hommes.

Quoi qu'il en soit, il résulte de ce qui précède que la valeur économique de la vie humaine peut se chiffrer approximativement, et qu'en contribuant à diminuer la mortalité, on augmente la richesse publique d'une quantité qu'il est possible d'évaluer.

En ramenant par des travaux d'assainissement au taux normal la mortalité à Marseille, on diminuerait de près de 4.000 le nombre de décès annuels; la plus-value économique ainsi obtenue équivaudrait à la somme invraisemblable de 18 millions par an, et le rendement des impôts bénéficierait d'une augmentation annuelle de 650.000 francs environ.

Le taux de la mortalité à Marseille a varié, de 1830 à 1891, de 25 à 52 0/00 (1). De 40 0/00 en 1830, pour une population de 129.000 habitants, il atteint son minimum — 25,53 0/00 en 1850. A cette même date le canal de la Durance venait d'être achevé et la plupart des maisons étaient pourvues d'eau abondante et pure. La distribution des eaux dans la ville, l'écoulement du trop-plein du bassin de répartition de Lonchamps avait rendu nécessaire l'établissement d'un premier réseau d'égouts se branchant sur un collecteur général drainant la ville du sud au nord, et

(1) Voir la courbe de la mortalité à Marseille de 1830 à 1890 (Pl. VII).

débouchant en pleine mer au delà de la grande jetée des nouveaux ports. Cependant, en 1854, le choléra, qui ravageait l'Orient, envahit soudain Marseille, la mortalité s'élevant brusquement, de 10 0/00, atteint 47 0/00, et se maintient, pendant les années suivantes, au taux moyen de 30 0/00. Sur le parcours du canal de la Durance, des agglomérations se forment, des usines s'établissent, les eaux, pures à la prise, se contaminent rapidement. En 1858, la mort inopinée du créateur du canal, directeur des travaux de la ville de Marseille, laisse inachevée l'œuvre d'assainissement commencée, et la mortalité reste élevée; enfin, en 1887, la municipalité supprime les dépotoirs de balayures et d'immondices dans toute l'étendue de la commune, et la mortalité diminue brusquement de 34,98 (1886) à 28,68 0/00 (1887). Cette diminution s'accentue en 1888 et 1889. En 1890, toutefois, l'influenza ramène le chiffre des décès à 32,26 0/00.

La mortalité varie en sens inverse des travaux d'assainissement exécutés, que l'on envisage la mortalité générale, ou qu'on la répartisse par quartiers de la ville.

Dans le quartier de la Préfecture, où les rues sont larges et aérées, l'eau abondante, les égouts bien aménagés, elle ne dépasse pas 20 0/00, taux moyen de la mortalité dans les villes assainies ; dans celui de l'Hôtel de-Ville, au contraire, où les rues sont étroites, les constructions anciennes et délabrées, les ouvrages pour l'évacuation des eaux nuls, et l'agglomération des habitants des plus denses, la mortalité excède 46 0/00. La ville de Marseille a donc le plus grand intérêt à procéder au plus tôt aux travaux destinés à achever son assainissement; en mettant tout d'abord l'eau d'alimentation à l'abri de toute contamination extérieure, en déblayant ensuite les vieux quartiers des cloaques qui constituent la plupart des rues ; en poursuivant enfin méthodiquement l'achèvement du réseau des égouts.

M. le Dr Ed. BONNET

à Paris.

DOCUMENTS INÉDITS SUR LA PESTE DE MARSEILLE ET DE PROVENCE

— Séance du 19 septembre 1891 —

La présente notice n'est que le résumé ou l'analyse d'une série de cent neuf lettres ou pièces officielles relatives à la peste de Provence, échangées entre le Conseil du Roi, l'administration supérieure de la province et

divers personnages tels que gouverneurs, intendants généraux, échevins et consuls, médecins et chirurgiens. Ces documents, dont la majeure partie se rapporte aux mesures sanitaires générales ou aux secours publics, proviennent de la collection Monteil (1) ; ils sont aujourd'hui conservés au Cabinet des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale sous le n° 12067 du fonds français.

Dès le 30 mai 1713, Le Bret, intendant général de Provence, avait pris les « arrêtés et déffenses » nécessaires contre la maladie contagieuse qui avait apparu en Autriche et dont on craignait la communication en France ; ces mesures avaient été approuvées par le roi, le 12 juin suivant (lettre du contrôleur général Desmarets à Le Bret) ; toutefois, comme il n'y avait pas de danger immédiat et qu'il ne fallait pas interrompre tout commerce sans nécessité, il avait été convenu que l'on surseoierait provisoirement à l'exécution de quelques-unes de ces défenses; par la même lettre, le roi invite l'intendant de Provence à entretenir des correspondances dans les provinces qui ont le plus de relations avec l'Italie, la Suisse et l'Allemagne, pour être exactement instruit de ce qu'il pourrait y avoir à craindre et prendre à propos toutes les mesures convenables.

Le 1er septembre de la même année, Desmarets envoie à Le Bret les instructions suivantes :

Le Roy ayant esté informé que la maladie contagieuse s'estoit répandue dans les pays héréditaires de la Maison d'Autriche et en plusieurs autres endroits de l'Allemagne, a fait expédier une ordonnance, dont vous trouverez cy-joint quelques exemplaires, pour prévenir la communication d'un mal si dangereux dans son Royaume. Sa Majesté m'a ordonné de vous mander que vous ayez à la faire publier au plus tost dans vostre département et que vous ayez à fixer les principales routes qui communiquent avec ces pays infectez ou suspects de la contagion, sur lesquelles il sera nécessaire de planter des barrières. Et afin que les étrangers, qui voudroient venir de ces pays avec lesquels toute communication est interdite, ne puissent prétendre cause d'ignorance de cette ordonnance, vous aurez soin de la faire aficher sur des poteaux à une distance raisonnable des barrières et sur des poteaux que vous aurez soin de faire planter sur les chemins détournez en langue françoise et en langue du pays étranger limitrophe de ces barrières. Sa Majesté m'a aussy ordonné de vous mander que vous ayez à vous informer très exactement des pays contigus de l'Allemagne qui n'ont point encore pris les précautions nécessaires pour se garantir du mal contagieux, afin d'interdire avec eux toute communication et commerce et vous me manderez ce que

(1) Dans le premier quart de notre siècle, et principalement pendant les années qui suivirent la Révolution, Monteil (Amans-Alexis) avait réuni une importante collection de manuscrits et de documents précieux pour l'histoire ; il a publié plusieurs catalogues de sa bibliothèque ; le plus connu a pour titre : *Traité de matériaux manuscrits de divers genres d'histoire*, Paris, 1835 et 1836, 2 vol. in-8°; les documents relatifs à la peste de Marseille y sont mentionnés tome II, p. 100.

La bibliographie de la peste de Marseille est trop considérable pour qu'il soit possible de la citer ici ; je mentionnerai seulement l'ouvrage suivant rédigé à l'aide de documents officiels :

Pièces historiques sur la peste de Marseille et d'une partie de la Provence en 1720, 1721 et 1722, trouvées dans les archives de l'hôtel de ville, dans celles de la préfecture,..... etc., publiées en 1820 à l'occasion de l'année séculaire de la peste ; Marseille, 1820, 2 vol. in-8°.

vous en aurez apris. L'intention de Sa Majesté est que vous fassiez fournir les corps de garde de vinaigre et autres drogues nécessaires pour parfumer les lettres ; que vous concertiez avec les Gouverneurs et Commandans ce qu'il y aura à faire pour l'exécution de cette ordonnance et l'établissement des corps de garde ; cependant, vous donnerez ordre à vos subdélégués ou autres personnes de confiance de visiter de temps en temps les barrières et de vous faire informer si le service s'y fait exactement. A l'égard des fonds nécessaires tant pour les barrières et poteaux qu'autres dépenses, l'intention du Roy est que vous en arrestiez un état que vous m'envoyrez tous les mois, sur lequel il sera expédié un arrest qui en ordonnera l'imposition sur votre département et le remboursement au Receveur général des finances par lequel vous en pourez cependant faire faire les avances. Au reste, comme il est impossible de prévoir par une ordonnance tous les cas qui peuvent arriver, Sa Majesté m'a ordonné de vous faire savoir qu'elle laissoit à vostre prudence à prendre toutes les autres précautions que vous croirez les plus convenables pour empescher la communication d'un mal aussy dangereux.

L'application de ces mesures préventives et l'enquête dirigée par Le Bret donne lieu à une assez nombreuse correspondance dont je ne mentionnerai que les pièces les plus importantes. C'est d'abord une lettre du comte de Grignan, du 18 septembre, informant le Conseil du roi, « qu'il n'a pas fait planter de barrières le long de la frontière, vis-à-vis du Comté de Nice, ni tenir fermées les portes des villes et autres lieux, ni establir des corps de garde sur les passages..... parce qu'il ne comprend pas le Comté de Nice au nombre des pays qui ont conservé quelque communication avec ceux qui sont infectez ou suspects de peste ; qu'au contraire il lui a esté cy-devant certiffié que dans tous les estats de son Altesse Royale de Savoye on prend les précautions convenables à l'égard de ce qui pourroit venir desdits pays..... »

Un mois plus tard, Grignan demande au Conseil des instructions « sur la manière dont on doit en user à l'égard des officiers anglois qui viennent de Port-Mahon » et, le 16 novembre, le marquis de Torey lui répond :

> ..... Je me suis informé des Intendants de la santé de Toulon et de Marseille s'il y avoit quelque doutte sur les précautions à prendre par rapport aux Anglois qui viennent du Port Mahon et ils me mandent qu'ils ne sont point du tout incertains sur la conduitte qu'ils doivent tenir à cet égard ; ils font subir aux bastiments et passagers qui viennent du Port Mahon les mesmes quarantaines qu'à ceux qui viennent d'Espagne, parce qu'on n'a au Port Mahon, non plus qu'en Espagne, aucune attention sur les bastiments qui viennent des lieux suspects de contagion.....

Je citerai encore deux lettres du Prince de Monaco à Le Bret (16 janvier et 1er mai 1714) affirmant que sa principauté est complètement indemne des maladies contagieuses et qu'il n'y a à Nice et à Antibes que quelques mortalités un peu plus fréquentes qu'à l'ordinaire.

Le Conseil du Roi ayant reçu des renseignements qui confirmaient

les affirmations du Prince de Monaco, Desmarets écrit à Le Bret le 8 juin 1714 :

> Le Roy ayant eu des avis certains que le mal contagieux qui s'étoit répandu dans les païs héréditaires de la Maison d'Autriche et dans quelques autres lieux d'Allemagne y étoit entièrement cessé, Sa Majesté a jugé à propos de révoquer son ordonnance du 28 avril 1713 qui avoit interdit tout commerce et communication avec l'Allemagne et les pays et états qui y entretenoient quelque correspondance.

Cependant, l'intendant de Montpellier, Lamoignon de Basville, est d'avis qu'on ne saurait jamais trop prendre de précautions et il informe son collègue d'Aix (lettre du 28 août 1714) qu'il a maintenu la quarantaine dans les ports de Cette, d'Agde et de Narbonne.

Cette lettre termine ce qu'on pourrait appeler le prologue de la peste de Marseille ; il importe, en effet, de bien distinguer l'épidémie de 1713-1714, qui n'était que le typhus des armées développé à la suite de la Guerre de Succession, de la grande peste qui devait, six ans plus tard, ravager la Provence et à laquelle se rapportent les pièces qui me restent à analyser.

Le 4 avril 1720, le comte de Toulouse, agissant au nom du Régent, invite Le Bret à remettre en vigueur l'ordonnance rendue précédemment par Louis XIV, laquelle oblige tous les capitaines, maîtres et patrons des bâtiments chargés de grains qui abordent aux côtes de Provence de se rendre dans le port de la province le plus proche, désigné par l'autorité, pour y être examinés ou soumis à la quarantaine ; des exemplaires de cette ordonnance devront en outre être adressés à tous les commandants de port avec les ordres nécessaires pour la faire rigoureusement exécuter.

Malgré ces précautions, la peste est apportée à Marseille, au mois de mai 1720, par un navire venant des Échelles du Levant; elle pénètre ensuite à Toulon avec un ballot d'étoffes fabriquées dans les pays contaminés qu'un nommé Gras avait introduit en fraude ; le coupable et sa famille sont les premières victimes du fléau qui se propage avec rapidité et gagne bientôt d'autres localités de la province ; il faut organiser le service de secours publics ; les médecins ordinaires ne suffisant plus, l'intendant de Provence et les échevins de Marseille demandent, d'abord, par voie d'affiches, des secours dans les provinces voisines, puis enfin s'adressent à Paris. A différentes reprises, le Conseil du Régent envoie des médecins et des chirurgiens en Provence et la correspondance échangée à ce sujet entre Le Bret et les conseillers de Paris ne comprend pas moins d'une trentaine de pièces qu'il serait trop long de reproduire ici, mais dont je me suis servi pour dresser un tableau donnant les noms de tous ces médecins et chirurgiens avec quelques indications sur chacun d'eux (voyez appendice *B*). Parmi tous ces noms, il faut distinguer celui de Jacques

Daviel, qui n'était encore que garçon-chirurgien, mais qui devait plus tard se faire une si grande réputation dans l'oculistique ; envoyé d'abord à Digne, Daviel jugea bientôt sa présence inutile dans cette ville, que la contagion n'avait pas atteinte, et il demanda avec instance à quitter ce poste, où il ne courait aucun danger, pour aller s'enfermer dans les infirmeries de Toulon (voyez appendice *A*). L'organisation du service de santé donna lieu à deux incidents auxquels se rapportent plusieurs documents du manuscrit Monteil : d'abord, les premiers chirurgiens qui furent envoyés de Paris (25 août 1720) ne purent dépasser Avignon, tant était grande, dans le Comtat-Venaissin, la crainte de la contagion et ils furent obligés d'attendre des ordres de la Cour pour trouver des voitures et se rendre à leur poste ; en second lieu, un garçon-chirurgien nommé Hérigotty, désigné (1er octobre 1720) pour accompagner en Provence le sieur Geoffroy, aide-major, ne s'étant pas trouvé au rendez-vous fixé pour le départ, fut soupçonné d'avoir voulu s'approprier l'indemnité de voyage qui lui avait été allouée et, malgré ses protestations, enfermé au Fort-l'Evêque ; on reconnut, par la suite, que Geoffroy n'ayant pu remettre à son subordonné la somme qui lui était destinée, l'avait, sans mauvaise intention du reste, emportée avec lui ; le malheureux Hérigotty fut donc remis en liberté, mais il avait dû attendre sous les verrous pendant un mois et demi les résultats de l'enquête et la constatation de son innocence.

Le Régent avait fixé le traitement du personnel médical envoyé de Paris à 500 livres par mois pour les médecins et les chirurgiens et à 300 livres pour les apothicaires et les garçons-chirurgiens ; les premiers recevaient en outre 1.000 livres d'indemnité de voyage et les seconds 600 livres.

Dès le début de l'épidémie, et avant de demander des secours à l'administration centrale, quelques villes, notamment Marseille, avaient passé des traités particuliers avec les médecins de la localité ou des provinces voisines ; certains de ces praticiens, abusant de la situation, avaient coté leurs services à des prix exorbitants : c'est ainsi qu'un certain Pons, médecin à Pézenas, avait exigé par contrat, des échevins de Marseille, un traitement de 200 livres par jour, plus une pension annuelle et viagère de 3.000 livres ; Chicoyneau, chancelier, Deidier, professeur, et Verny, docteur de la Faculté de Montpellier, n'avaient pas estimé leurs services à un taux moins élevé.

Plusieurs municipalités s'étaient en outre approvisionnées de blé qu'elles avaient dû payer 45 livres la charge, alors que le prix moyen n'était que de 17 livres ; de plus, l'isolement s'était fait, non seulement autour de la Provence, mais entre les villes elles-mêmes, les transactions commerciales étaient nulles, la plupart des industries chômaient, en sorte que les villes et la province voyaient leurs charges augmenter tandis que leurs revenus

diminuaient. Faut-il s'étonner qu'en pareille occurrence les médecins et les chirurgiens aient été mal payés ou même ne l'aient pas été du tout et que les moins patients ou les plus besoigneux aient adressé des réclamations au Conseil d'Etat? L'un d'eux, le chirurgien-major Varin expose (lettre du 10 mars 1721) qu'il n'a rien touché depuis son arrivée en Provence et qu'il a même dû payer de ses propres deniers les médicaments qu'il a distribués aux pestiférés.

C'est sans doute pour faire face à toutes ces charges que Le Bret se proposait de contracter, au nom de la province qu'il administrait, un emprunt sur la République de Gênes; dans une lettre du 13 décembre 1720, le Prince de Monaco offre même ses bons offices pour la conclusion de cette affaire, mais il demande la garantie des banquiers de Gênes ou de Lyon.

Non seulement la Cour avait recruté son personnel de secours parmi les médecins et les chirurgiens, mais elle n'avait pas dédaigné les services des empiriques et des détenteurs de remèdes secrets; plusieurs pièces contenues dans le manuscrit de la Bibliothèque Nationale se rapportent à cet objet; ce sont d'abord les « Receptes et précautions contre la peste expérimentées par Joh. Apostolo, chirurgien grec, lequel a fait estat de chirurgie depuis trente ans en tous les pays où la contagion a esté, tant en Grèce, Levant, Italie qu'en France, sans jamais avoir esté surpris d'aucun mal contagieux »; puis le remède de Jolly, chirurgien, de Montargis, dont le conseil de santé fit imprimer et répandre la formule; il suffit de signaler ces remèdes qui rentrent dans la catégorie des compositions polypharmaques si fort en honneur à cette époque. Deux empiriques de Paris, les sieurs Rabeau et Florian, furent envoyés à Aix, aux frais de la Couronne, pour y mettre en pratique un remède secret contre la peste; un médecin de Vic-Fezensac, nommé Lebe-Touade, eut mission d'expérimenter à Marseille une formule curative et préventive conservée dans sa famille; il ne paraît pas, du reste, qu'aucune de ces médications ait donné les résultats qu'en attendaient les auteurs; celle des sieurs Rabeau et Florian aurait même, d'après une lettre de Vieussens, produit des effets désastreux. Il y a, cependant dans la lettre de Lebe-Touade à Leblanc, conseiller d'État (27 octobre 1720), un passage intéressant à noter, c'est celui-ci : « Il est essentiellement nécessaire, écrit Lebe-Touade, que le reste des drogues du Levant que je dois employer soient prises dans des endroits exempts du ravage de la peste pour qu'elles soient pures et que leurs pores ne soient point remplis par les corpuscules malins parsemés dans l'air qui cause la contagion, parce qu'il n'est pas de doute que si la chose se faisoit autrement, les effets que j'ay lieu d'attendre de mes compositions tromperoient mes espérances. » Il me semble distinguer dans cette phrase les premiers linéaments de la théorie microbienne qu'un médecin

lyonnais, J.-B. Goiffon, devait formuler l'année suivante (1721) d'une manière plus nette et plus scientifique (1).

Les mesures prescrites par le Conseil supérieur de santé ou prises par les comités locaux n'étaient pas toujours rigoureusement appliquées et leur exécution soulevait quelquefois des conflits. Le 19 septembre 1720, le comte de Toulouse écrivait à Le Bret :

> Le sieur Perraud, commis aux classes à Arles, m'a écrit que les consuls de cette ville avoient délibéré de ne plus donner l'entrée aux allèges qui y viennent de Toulon, où la santé est cependant bonne. Comme il est important que le transport des bois de la marine, auquel ces bastiments sont employez, ne soit point interrompu, sur le compte que j'en ai rendu à Monsgr le Régent, S. A. R. m'a ordonné de vous mander qu'il ne paroist pas qu'on doive faire cette difficulté, après avoir vérifié que les équipages des bastiments n'ont point de maladie, et qu'il seroit à propos de marquer à ces consuls qu'il convient de révoquer leur délibération... afin de ne point causer de retardement aux constructions des vaisseaux à Toulon.

Dans le mois de janvier 1721, quelques cas s'étant produits à Saint-Remy, l'intendant de Provence mit toute la ville en quarantaine ; mais il nous apprend lui-même (lettre au Conseil du Roi, du 18 mars 1721) que cette mesure fut fort mal exécutée : « Au bout de vingt jours, aucun nouveau cas n'ayant été constaté, la surveillance se relâcha et on laissa sortir les habitants sans attendre qu'on ait reçu les drogues nécessaires pour la désinfection... ; on ne put également empêcher le second vicaire de la paroisse de donner des cendres, le deuxième dimanche de carême... ce prêtre avoit confessé plusieurs pestiférés... et à partir de ce moment on eut à enregistrer tous les jours de nouveaux malades. »

Le 10 mars de cette même année, les consuls de Toulon accusent de quinze à vingt décès par jour ; le 13, d'après une note de Le Bret, il y avait à Aix 158 malades à l'infirmerie de l'Arc et 374 à l'hôpital de la Charité (total 532) et l'intendant général ajoute : « Les malades que l'on porte à l'Arc sont véritablement attaqués de la contagion, on ne porte à la Charité que ceux que l'on croyoit atteint de fièvres malignes, mais on n'est plus si certain que ces fièvres ne soient rien de pis. » Trois mois et demi plus tard, un état officiel enregistrait dans les deux hôpitaux de l'Arc et de la Charité, du 28 juin au 1er juillet inclusivement un total de 75 morts ; dans ce nombre figurent 1 soldat, 4 religieux et 3 corbeaux (2) ; en ville, les décès pendant la même période atteignent un chiffre encore

(1) Cf. MOLLIÈRE, *Un précurseur lyonnais des théories microbiennes ; J.-B. Goiffon et la nature animée de la peste* (Mém. Acad. Lyon, 28, p. 247).

Il n'est pas inutile de rappeler, à ce propos, que Chirac, premier médecin du Régent et plus tard de Louis XV, niait la contagion de la peste et que François Chicoyneau, dont j'ai déjà cité le nom, soutint, contre toute évidence, la même théorie afin de ne point déplaire à Chirac dont il était le gendre et auquel il aspirait à succéder dans la charge de premier médecin.

(2) Nom donné aux gens qui en temps d'épidémie enlevaient les pestiférés pour les porter à l'hôpital ou pour les enterrer.

plus élevé : on en compte 38 le 28 juin, 51 le 29, 58 le 30 et 71 le 1er juillet (total 218).

Pour désinfecter les habitations et les meubles ayant appartenu aux pestiférés, on employait, suivant la méthode de Chirac, les vapeurs dégagées par la combustion d'un mélange de goudron, de soufre et de poudre à canon ; les objets de petit volume étaient plongés dans l'eau bouillante ; quant aux lettres, avant de leur laisser franchir le cordon sanitaire, on les mettait macérer dans le vinaigre ; plusieurs pièces contenues dans le manuscrit Monteil ont subi ce traitement, on les reconnaît de suite au papier maculé et à l'écriture fortement lavée.

Au mois de septembre, la contagion avait gagné le Gévaudan et le Comtat-Venaissin ; je ne m'occuperai pas de cette extension de l'épidémie sur laquelle les documents que j'analyse ne donnent aucun détail (1).

Le 12 octobre, Le Bret transmet au Conseil du Roi la consultation des médecins de la Faculté d'Aix certifiant qu'il ne s'est produit aucun cas de peste pendant toute la durée de la quarantaine imposée aux habitants, laquelle avait pris fin le 7 du même mois ; dans la même lettre l'intendant général de Provence propose d'intenter un procès à la mémoire du nommé Gras, qui avait introduit la peste à Toulon. Le 29, le Conseil répond à Le Bret :

«..... Quant à la proposition que contenoit votre lettre de faire le procez à la mémoire du défunt Gras... on n'a pas jugé qu'il convint de faire cette procédure extraordinaire, parce qu'il faudroit un édit pour l'autoriser, le cas dont il s'agit n'étant pas de ceux prescrits par l'ordonnance criminelle pour faire le procez à la mémoire d'un mort.

J'ai déjà parlé des difficultés qui s'étaient élevées entre les villes et les médecins pour le règlement de leurs honoraires ; si ces derniers ne voulaient rien rabattre de leurs prétentions, les administrations municipales, dès qu'elles se crurent délivrées du fléau, cherchèrent trop souvent à éluder les engagements qu'elles avaient contractés un peu trop légèrement et sous l'influence de la terreur. Mettre d'accord des réclamations si diverses et des intérêts si opposés était d'autant moins facile que toutes les villes se trouvaient fortement obérées ; dans une lettre à La Vrillière (25 janvier 1722), l'intendant de Provence expose en effet « que le deffaut de fonds et la difficulté des emprunts ont empêché que l'on ne satisfît aux médecins et chirurgiens envoyés en Provence. » En novembre, le Conseil du Roi délègue le marquis de Brancas avec lequel Le Bret devra s'entendre pour « faire un état des gratifications qu'il croit devoir être accordées aux médecins au delà de leurs honoraires, soit en leur procurant des distinctions et des titres d'honneur ou en leur donnant des pensions sur les octrois des villes qui seroient en état de supporter cette dépense », et le

(1) Cf. GOIFFON, *Relation et dissertation sur la peste du Gévaudan*. Lyon, 1722.

4 février suivant (1722), le marquis de La Vrillière, au nom du Régent, annonce l'envoi d'une somme de 20.000 livres pour satisfaire aux réclamations les plus pressantes.

En réalité, il n'y avait guère que la ville de Marseille qui eût contracté des engagements tellement onéreux qu'il lui était impossible de les exécuter; le marquis de Brancas et l'intendant Le Bret s'adjoignirent donc les échevins et le gouverneur de Marseille, marquis de Pilles. Le marquis de Brancas ayant qualité pour trancher en dernier ressort et sans appel les litiges qui lui seraient soumis, en mois de trois mois cette Commission eût terminé son travail; mais le règlement des arrérages demanda bien plus de temps et fut beaucoup plus laborieux, aussi, lorsque les 13 et 14 mai 1722, l'augmentation du nombre normal de décès dans quelques quartiers de Marseille fit craindre un moment une recrudescence de l'épidémie, Le Bret dut donner l'ordre au directeur de la Monnaie d'Aix d'expédier en toute hâte « aux échevins de Marseille une somme de 6.000 livres pour être distribuée aux médecins et chirurgiens qui refusoient de travailler pour secourir les malades, sous prétexte qu'ils n'étaient point payés de ce qui leur était dû », et le 6 juin suivant, le Régent mettait en outre à la disposition du Bailly de Langeron « un fonds de 10.000 livres pour gratifier ceux qui pourront le mériter par les services qu'ils rendront à l'occasion de la maladie contagieuse ».

Le 3 avril 1722, Le Bret avait adressé au Contrôleur général des Finances « l'état des médecins, apothicaires et chirurgiens qui ont servi dans la ville de Marseille » ; cette pièce que je reproduis en appendice C, après en avoir toutefois retranché quelques longueurs, porte, soit en marge, soit en interligne, d'une écriture que je n'ai pu déterminer avec certitude, mais qui pourrait bien être celle du Contrôleur général lui-même, le chiffre des gratifications ou de la pension allouées à chaque personne appartenant au service de santé; dans l'appendice C, ces indications sont placées entre parenthèses.

Dans la lettre qui accompagne cet état, l'intendant de Provence explique que le marquis de Brancas a jugé à propos d'unifier tous les traitements du personnel médical et d'accorder 1.000 livres par mois aux docteurs et aux professeurs de la Faculté de Montpellier, 500 livres aux apothicaires et aux chirurgiens et 300 livres aux garçons-chirurgiens ; la Commission a en outre admis que la peste avait pris fin à Marseille le 1er février 1721 et qu'à partir de cette date, les traitements seraient réduits à 300 livres pour les médecins, à 150 livres pour les apothicaires et les maîtres en chirurgie, et à 90 livres pour les garçons-chirurgiens, pendant tout le temps que ces médecins et chirurgiens seraient obligés de séjourner à Marseille ou de rester en quarantaine avant de pouvoir regagner leur domicile ordinaire. Ainsi réglés, les appointements du personnel médical montaient

à la somme de 259.440 livres sur laquelle, à la date du 3 avril 1723, il avait été déjà versé 129.844 livres.

Le marquis de Brancas fit également accorder quelques indemnités à cinq commis, employés dans les bureaux du Bailly de Langeron, qui avaient rendu des services pendant l'épidémie.

De tous les ordres religieux représentés à Marseille, celui des jésuites fut le plus éprouvé : 18 pères étaient morts en portant les secours de la religion aux pestiférés ; le roi récompensa le zèle de cette congrégation par le don d'un terrain lui appartenant, « situé derrière l'arsenal, le long de la corderie », et sur lequel la communauté fit construire une nouvelle maison pour remplacer celle de Saint-Jaume qui menaçait ruine.

Profitant des dispositions favorables du Régent, les échevins de Marseille sollicitèrent eux-mêmes, au profit de la ville, l'abandon d'un terrain dépendant du nouvel arsenal et appartenant à la couronne ; les sommes provenant de la vente de ce terrain propre à bâtir devaient servir à payer une partie des dettes contractées par la municipalité à l'occasion de la peste ; les cinq pièces relatives à cette cession sont datées de mai et juin 1723, elles terminent la série des documents contenus dans le manuscrit de la Bibliothèque Nationale.

APPENDICES.

A. *Lettre de Jacques Daviel à Le Blanc, conseiller d'État* (1).

A Digne, le 17 mars 1721.

Monseigneur,

Je suis un des chyrurgiens qui ont esté envoyés en Provence; j'ay eu mon département pour Digne où je suis arrivé le 16 novembre 1720 et party de Paris le 28e octobre. J'espérois, comme tous mes confrères, aller dans une ville où je fusse utile, mais je vois depuis que j'y suis que la santé s'y est toujours entretenue et comme je ne respire que de marquer l'empressement que j'ay d'estre du nombre des libérateurs de cette malheureuse province, j'ay eu l'honneur d'en escrire à M. Le Bret et de luy marquer qu'il n'y avoit aucun lieu de craindre pour Digne. Il me fit réponce qu'il y avoit eu un ordre de la Cour d'y envoyer un chyrurgien. Le grand désir que j'avois, en partant de Paris, de cognoitre cette maladie ne m'a point passé ; au contraire, il augmente tous les jours quoiqu'elle ait enlevé trois de mes confrères qui sont Rolland, Saint-Martin et Phylipart. Ma vie à la vérité est prétieuse, mais quelle gloire pour moy de la sacrifier pour un sy grand roy et pour ma nation.

J'espère que votre Grandeur fera attention à ma juste demande et qu'elle m'accordera la grâce d'aller à Toulon qui est infecté. Monsieur Charles, Monseigneur, cognoit mon zèle et en rendra compte à Votre Grandeur dont j'ay l'honneur d'estre, le très humble et très obéissant serviteur,

Dauiel,
Chirurgien, envoyé par la Cour à Digne.

(1) Cette lettre inédite offre quelque intérêt pour la biographie du célèbre oculiste auquel la ville de Bernay vient d'élever une statue.

B. *État des médecins et chirurgiens envoyés par la Cour en Provence.*

NOMS	TITRES ET QUALITÉS	DATE de la COMMISSION	OBSERVATIONS
Baille	Ancien chirurgien-major du régiment de Soissonnais, chirurgien à Paris.	20 sept. 1720.	
Bellier	Ancien chirurgien-major de l'armée du Dauphiné, chirurgien à Grenoble.	24 août 1720.	
Boyer	Médecin à Paris.	22 août 1720.	Envoyé à Marseille.
Bussy	Chirurgien-major à Paris.	28 mai 1721.	
Campredon	Chirurgien-major des hôpitaux du roi, à Paris.	24 août 1720.	
Cesso	Chirurgien-major des hôpitaux, à Paris.	16 sept. 1720.	
Durand	Chirurgien-major à Paris.	28 mai 1721.	Envoyé à Toulon.
Geoffroy	Chirurg.-aide-major à Paris	1er oct. 1720.	Envoyé à Aix.
Goujet	Chirurgien-major à Paris.	28 mai 1721.	Mort à Toulon.
Hatus	Chirurgien-major et médecin à Paris.	18 janv. 1721.	
Labadie	Médecin à Paris.	22 août 172 .	Envoyé à Marseille.
Lerat	Chirurgien-major à Paris.	28 mai 1721.	Envoyé à Toulon.
Lesclaux	Chirurgien à Paris.	24 août 172 .	Mort à Marseille.
Mailhes	Médecin à Paris.	22 août 1720.	Envoyé à Marseille.
Malot	Chirurg-aide-major à Paris.	28 oct. 1720.	
Nélaton	Chirurgien-major d'armée à Paris.	16 sept. 1720.	
Notte	Chir.-major à Briançon.	24 août 1720.	
Philipart	Chirurgien-major à Paris.	oct. 1720.	Mort à Aix.
Royer	Id.	18 janv. 1721.	Envoyé à Martigues.
Varin	Chirurgien-major des hôpitaux de Paris.	20 sept. 1720.	
Vatet	Maître-chirurgien à Paris.	18 janv. 1721.	
Dupont	Apothicaire à Paris.	1er oct. 1720.	Envoyé à Aix.
Bresse	Garçon-chirurgien à Paris.	28 mai 1721.	
Brun	Id.	Id.	Envoyé à Toulon.
Champeau	Id.	28 oct. 1720.	
Daviel	Id.		Envoyé d'abord à Digne puis à Toulon.
Duclos	Id.	1er oct. 1720.	Envoyé à Aix.
Fontibus	Id.	Id.	Tombe malade en arrivant à Avignon.
Ladorde	Id.	28 mai 1721.	Envoyé à Arles.
Labrunnerie	Id.	18 janv. 1721.	
Lacombe	Id.	Id.	
Lelorrain	Id.	28 mai 1721.	Blessé à la jambe, reste à Barbentanne.
Martin	Id.	28 oct. 1720.	Mort à Aix.

B. *État des médecins et chirurgiens envoyés par la Cour en Provence* (suite).

NOMS	TITRES ET QUALITÉS	DATE de la COMMISSION	OBSERVATIONS
Martin-Rolland.	Garçon-chirurgien à Paris.	28 oct. 1720.	Mort à Aix.
Maurice	Id.	28 mai 1721.	Envoyé à Toulon.
Morpin	Id.	28 oct. 1720.	Envoyé à Apt.
Saint-Avit . . .	Id.	18 janv. 1721.	
Sivrat	Id.	Id.	
Thomas.	Id.	1er oct. 1720.	Envoyé à Aix.
Thuillière . . .	Id.	Id.	Id.
Viadieu.	Id.	Id.	Id.

C. — *Estat des médecins, apothicaires et chirurgiens qui ont traitté les pestiférés de Marseille (avec l'indication des pensions et gratifications qui leur ont été allouées).*

MÉDECINS

M. Chicoyneau, Conseiller à la Cour des Comptes, aydes et finances de Montpellier et chancelier de l'Université, venu par ordre de S. A. R. pour connoître la qualité de la maladie, est resté une année moins trois jours, qu'il a visité les malades ou qu'il a été en quarantaine (5.400 livres de gratification).

Le sieur Verny, médecin de Montpellier, envoyé avec ledit sieur Chicoyneau, se trouve dans le même cas.

Le sieur Deidier, professeur en l'Université de Montpellier, venu par ordre de M. de Bernage (reçoit la même gratification que Chicoyneau et Verny).

Les sieurs Mailhès, Labadie et Boyer, médecins de Paris, envoyés par la Cour (400 livres de pension à chacun).

Le sieur Pons, médecin à Pézenas, vint avec une lettre de M. de Bernage (1.500 livres de pension sur la ville).

Le sieur Bouthilier, médecin de Montpellier, est de tous ceux qui sont venus en Provence, celuy qui a marqué le plus de bonne volonté et le moins d'intérêt (1.000 livres de pension sur la ville).

Les sieurs Robert, Bertrand-Michel et Ramond étoient establis à Marseille (500 livres de pension à chacun).

Le sieur Peyssonel, autre médecin établi à Marseille, mourut dans les commencements de la contagion (500 livres de pension sur la ville, à sa veuve).

Le sieur Gayon père, médecin de Barjolx, vint s'offrir sans vouloir faire de marché, s'enferma dans la première infirmerie établie et mourut au bout de quelques jours (600 livres de pension à sa veuve).

Le sieur Gayon fils entra dans la même infirmerie avec son père et mourut presque aussitôt.

Le sieur Montagnier, médecin établi à Marseille, mourut pendant l'épidémie (500 livres de pension à sa veuve).

Le sieur Audon, médecin étably à Marseille (500 livres de pension).

APOTHICAIRES

Le sieur Moriès, étably à Marseille (2.000 livres de gratification).

Le sieur Gardon est apparemment mort sans qu'on s'en soit aperçu, on sait seulement qu'il a servy, mais l'on ne se ressouvient plus du jour auquel il a commencé et encore moins du jour de sa mort.

CHIRURGIENS

Le sieur Soulier, chirurgien de Montpellier, est venu avec les sieurs Chicoyneau et Verny, se trouve dans le même cas qu'eux.

Le sieur Feybesse, autre chirurgien de Montpellier, venu avec le sieur Deidier, paroit être dans le même cas.

Le sieur Montel, chirurgien de Montpellier, envoyé par M. de Bernage, avoit exigé un traitté sur le pied de 100 livres par jour et 1.000 livres de pension; il ne résista pas longtemps à la contagion (500 livres de pension à sa veuve).

Le sieur Ravaton, qui vint avec le sieur Montel, a exigé les mêmes appointements; est réduit aux mêmes appointements que les autres.

Tous les autres sont venus sur les affiches que les échevins de Marseille envoyèrent dans les provinces voisines; l'état leur alloue, au lieu de ce qui leur avoit été promis par ces affiches, 500 livres aux maîtres et 300 livres aux garçons pendant le temps de la contagion, c'est-à-dire jusqu'au 1er février 1721 et à partir de cette date, à ceux qui n'ont pu sortir de Marseille, 150 livres aux maîtres et 90 livres aux garçons par mois.

L'on n'a pu sçavoir ce que sont devenus les nommés : Romette, Féraud, Marquetton, Asse, Boulay, Arcon, La Romilière, Tongas, Dupuy, Beaumette, Laserre, Violet, Simian, Lange, Audibert, Rostan, Pélissier, Ferrière, Tourel, Lorange, Caubet, Maurel, Masson, J.-B. Roux, Remy, Peyron, Aulanier, Chanteduc; apparemment parce qu'ils sont morts dans les hôpitaux de peste où ils périssoient dans les commencements.

M. le Dr MIREUR

Adjoint au Maire, à Marseille.

DE LA TRANSMISSION DES MALADIES CONTAGIEUSES DANS LES VILLES PAR LES LAVOIRS PUBLICS ET LES VENTES D'OBJETS CONTAMINÉS

— Séance du 21 septembre 1891 —

On ne saurait nier l'importance de jour en jour plus grande qui s'attache à l'étude des questions relatives aux moyens de transmission des affections contagieuses. C'est là peut-être la branche de l'hygiène qui a

porté déjà les meilleurs fruits, puisque nous avons vu dans certaines villes, où des mesures sévères de prophylaxie ont été appliquées, devenir de moins en moins nombreux les cas de ces genres de maladies et le taux de la mortalité s'abaisser aux plus faibles proportions. A notre Section revient donc tout particulièrement le soin de signaler les causes de propagation les plus usuelles, c'est-à-dire celles dont l'État et les municipalités ont à se préoccuper et qu'il leur incombe de combattre par les moyens les plus efficaces et les plus rapides.

I

LAVOIRS PUBLICS

La plupart des villes du midi de la France possèdent un plus ou moins grand nombre de ces établissements.

A Marseille, on n'en compte pas moins de 25, qui sont les suivants :

1. Rue Saint-Laurent;
2. Place Bernard-du-Bois;
3. Rue d'Aubagne;
4. Rue Belzunce;
5. Place de Lorette;
6. Place de Lenche;
7. Rue Château-Joly;
8. Place des Treize-Coins;
9. Place des Moulins;
10. Place du Mazeau;
11. Rue de la Mûre;
12. Rue Fontaine de Caylus;
13. Place Jean-Guin;
14. Rue Fontaine-d'Armény;
15. Rue Trou d'Airain;
16. Rue Neuve-Sainte-Catherine;
17. Rue des Bannières;
18. Village de Mazargues;
19. Village de La Pomme;
20. Village des Aygalades;
21. Village de Saint-Joseph;
22. Village de Château-Gombert;
23. Village de Bonneveine;
24. Village des Olives;
25. Vallon des Fondacles.

Chacun de vous, Messieurs, a pu se rendre compte par lui-même du mode ordinaire de l'installation de ce genre d'établissement. En général, le lavoir public se compose d'un premier bassin, de dimension assez restreinte, dans lequel se déverse directement l'eau que fournit une borne-fontaine placée en tête. De ce premier bassin l'eau passe dans le lavoir proprement dit et qui est constitué par un second bassin rectangulaire et à bords inclinés.

C'est dans ce bassin et dans cette même eau que, du matin au soir, et souvent aussi du soir au matin sont lavés pêle-mêle, sans distinction et sans contrôle, tous les linges qui y sont apportés, qu'ils proviennent de personnes saines ou malades, qu'ils aient servi à un sujet atteint de variole ou de fièvre typhoïde, à un enfant décédé du croup ou de toute

autre maladie transmissible, peu importe, le contact n'en est pas moins intime et le lavage ne se fait pas moins en commun.

Puis, comme si ce n'était pas assez de ce danger de contagion immédiate, les eaux du lavoir sont déversées dans le ruisseau le plus voisin et elles parcourent ainsi, à ciel ouvert, une certaine distance avant d'atteindre l'égout. Dans ce parcours, que d'émanations dangereuses, que d'infiltrations souterraines qui vont souiller les eaux de puits et y porter les germes infectieux!

Si ce simple exposé ne suffisait pas pour faire comprendre l'intensité des dangers créés par ce genre d'établissements, nous pourrions aisément établir par des chiffres que la mortalité, dans nos différents quartiers, est presque proportionnelle au nombre de lavoirs qu'ils comprennent.

Par quels moyens remédier à un tel état de choses, à cette cause banale mais si active de contagion?

Le moyen le plus simple qui s'offre à première vue est la suppression des lavoirs publics. Je ne crois pas cependant que la solution de la question en dépende, car cette mesure n'aboutirait qu'à augmenter le nombre des lavoirs particuliers où se produisent à peu près les mêmes inconvénients. Mieux vaudrait, à mon sens, ainsi que mon excellent collègue le docteur Flaissières et moi l'avons demandé au Conseil municipal, adjoindre une étuve à chaque lavoir public. Aucun linge ne pourrait être lavé sans avoir été désinfecté au préalable.

II

VENTES D'OBJETS CONTAMINÉS

Ce genre d'industrie, contre lequel la conscience publique ne saurait trop protester, s'exerce à Marseille sur une assez vaste échelle. Il est même à craindre qu'il ne soit d'autant plus difficile à empêcher qu'il procure, si l'on en juge par les apparences, d'assez gros bénéfices à ceux qui l'exercent.

Qu'arrive-t-il, en effet, lorsqu'il se produit dans une famille un cas ou plutôt encore un décès par maladie contagieuse?.. Peu de familles se décident à détruire les vêtements, linges, objets de literie, etc., ayant servi au décédé. Le plus souvent ces objets sont envoyés à l'hôtel des ventes et vendus sans autre forme soit à des industriels aussi cupides que peu scrupuleux, soit même directement au consommateur. Mais avant d'être emportés, par combien de mains n'ont-ils pas passé pour être appréciés à leur juste valeur? Ce mépris du danger de contagion présente même un caractère particulier d'indifférence; il est vrai qu'il n'est dû, le plus souvent, qu'à l'ignorance de ceux qui le pratiquent.

Il y a ensuite le brocanteur qui, apprenant qu'un décès quel qu'il soit ou un cas de maladie contagieuse s'est produit dans une maison, va solliciter l'achat à vil prix des vêtements et tous linges ayant servi au malade ou décédé.

Chose incroyable, mais vraie! on a même pu entendre crier, dans certaines rues de nos faubourgs: *Qui a du linge de varioleux à vendre?...* Après cela et en connaissant comme nous commençons à les connaître maintenant les lois de la contagion, il y a vraiment lieu d'être surpris que la proportion des cas et des décès par maladies contagieuses ne soit pas plus élevée qu'elle ne l'est en réalité.

Quoi qu'il en soit, ces ventes d'objets contaminés constituent un péril des plus graves pour la santé publique. Si l'autorité peut imposer l'installation d'une étuve à désinfection à l'hôtel des commissaires priseurs, elle est à peu près désarmée contre les ventes consenties de gré à gré. Le législateur me paraîtrait donc bien inspiré s'il venait à reconnaître dans ces transactions coupables une sorte d'attentat à la vie humaine, s'il en faisait en un mot un véritable délit. Pour ma part, je ne vois que dans une loi spéciale à intervenir la solution de la question, c'est-à-dire l'interdiction absolue de la vente d'objets contaminés sous peine de poursuites correctionnelles aussi bien contre le vendeur que contre l'acheteur.

M. le Dr JEANNEL

à Villefranche-sur-Mer.

DU DÉBOISEMENT CONSIDÉRÉ COMME CAUSE DE DÉPOPULATION ET DES MOYENS D'Y REMÉDIER. — ARBOR DAY AMÉRICAIN. — SOCIÉTÉ DES AMIS DES ARBRES

— Séance du 24 septembre 1891 —

I. — Déboisement cause de dépopulation

Cette proposition surprend tout d'abord.

On est peu disposé à admettre un rapport de cause à effet entre le déboisement et la dépopulation, entre les forêts et la multiplication de l'espèce humaine. Pourtant rien n'est mieux démontré que ce rapport.

Un pays, j'entends un vaste territoire, privé de végétaux arborescents devient stérile et inhabitable.

On ne trouve nulle part une population prospère, civilisée, en voie d'accroissement dans les contrées où les végétaux arborescents font défaut. Il existe donc une étroite corrélation entre l'existence des forêts et la multiplication de l'espèce humaine.

Les steppes de l'Asie centrale, les grands Saharas africains, le désert arabique, stérilisés par des hivers et des étés excessifs, par des sécheresses prolongées suivies de pluies diluviennes, balayés par des ouragans, semblent à jamais inhabitables. Ils sont parcourus par des nomades demi-pasteurs, demi-brigands; mais qu'une source naturelle ou artésienne rende possible la croissance de quelques arbres, l'oasis prend naissance, abrite bientôt une tribu et devient l'embryon d'une cité.

Il est donc bien établi que les contrées dépourvues d'arbres sont stériles et inhabitées.

Mais ce qu'il importe encore de constater, c'est qu'un grand nombre de contrées autrefois peuplées et civilisées sont devenues stériles et inhabitées lorsque les forêts y ont été détruites.

L'Assyrie, qui nous a laissé dans un désert les restes d'une prodigieuse opulence; la Palestine, d'où est sorti le christianisme, ce merveilleux destructeur de la barbarie et de l'esclavage; la Grèce, le premier et le plus brillant foyer des arts et de la philosophie; le nord de l'Afrique, cette Numidie, ancien grenier de Rome; l'Espagne, qui expie par d'épouvantables inondations la dénudation de ses massifs montagneux; la Sicile, la Dalmatie, toutes ces vastes contrées où les forêts ont été détruites ne sont plus guère occupées que par des pasteurs clairsemés, à demi sauvages.

L'état pastoral apparaît dans l'histoire biblique comme l'origine des peuples civilisés; dans l'histoire plus rapprochée de nous, l'état pastoral apparaît comme la régression de l'état civilisé, comme le résidu des populations détruites. Dans les montagnes de la Provence, dénudées et ruinées par le déboisement, les survivants des laboureurs sont des bergers dont les chèvres achèvent de dépouiller les cimes rocheuses des derniers vestiges de végétation, jusqu'à l'heure fatale de la mort de la montagne.

Eh bien! il existe en France de vastes régions où se produit, à la suite du déboisement, à la suite de la destruction des forêts par la vaine pâture et par l'incurie des habitants, ce phénomène de la régression de la civilisation vers l'état pastoral, de la dépopulation et finalement de la dénudation et de la stérilité absolue des montagnes.

Dans toutes les contrées où les montagnes sont déboisées, la population diminue. Ainsi, la population spécifique de la France est de 73 habi-

tants par kilomètre carré. Dans les départements ou les arrondissements ravagés par le déboisement, la population spécifique se réduit en d'énormes proportions :

Dans les Alpes-Maritimes, à.	64	habitants.
Dans les Hautes-Alpes, à	22	—
Dans les Basses-Alpes, à.	19	—
Dans l'arrondissement de Puget-Théniers, à . .	15	—
Dans l'arrondissement de Barcelonnette, à . . .	13	—

Si nous étudions les résultats du recensement par commune ou par canton, nous découvrons des faits de la plus haute gravité :

La population a décru de 7 0/0 dans 82 communes des Alpes-Maritimes.

Dans les Hautes-Alpes, 24 cantons ont perdu 6 0/0.

Dans les Basses-Alpes, 30 cantons ont perdu 5,8 0/0.

Les mêmes faits se reproduisent dans tous les pays déboisés.

Dans les Bouches-du-Rhône, la population a décru dans 72 communes, qui ont perdu 4,7 0/0.

Des causes multiples concourent sans doute à cette déplorable diminution de la population ; mais interrogez les forestiers, ils vous diront, unanimement, que dans le plus grand nombre des communes qui se dépeuplent les forêts ont été détruites par l'incurie des habitants, par la vaine pâture ou l'incendie; ils vous diront que les allocations sont insuffisantes et que l'aveugle hostilité des montagnards entrave les travaux du reboisement.

II. — Moyens de remédier a la dépopulation causée par le déboisement

Ce n'est pas aujourd'hui pour la première fois que la question du déboisement est portée devant l'Association française. En 1885, au Congrès de Grenoble, M. le docteur Trolard vous a lu un important mémoire sur le reboisement de l'Algérie.

Après avoir énuméré les maux produits par le déboisement : détérioration du climat, sécheresses prolongées, inondations, orages, ouragans, stérilité, il démontrait que le reboisement est d'un intérêt vital pour notre colonie, et concluait par un pressant appel au Parlement et à l'administration publique. Enfin, pour vaincre l'indifférence et l'inertie des pouvoirs publics, il recourait à vous, Messieurs, à l'Association française.

« C'est à vous, disait-il, que revient la tâche de rappeler aux pouvoirs » publics qu'ils doivent prendre souci des intérêts de l'Algérie, gravement » menacés par le déboisement. »

Le docteur Trolard, dont le zèle est infatigable, ne s'était pas borné au chaleureux appel qu'il vous adressait. En 1882, il avait fondé, sous le titre de *Ligue du reboisement en Algérie*, une association à laquelle il donnait pour but d'obtenir, par la puissance de l'opinion publique, le reboisement, condition première de la prospérité de la colonie. D'après son programme, cette ligue « entretient une agitation continue autour » de la question du reboisement et de toutes les questions locales ou » régionales qui s'y rattachent; elle fait elle-même ou elle provoque des » études et des enquêtes qu'elle soumet aux pouvoirs publics ». En un mot; la ligue adresse ses preuves, ses arguments, ses vœux, ses propositions à la collection anonyme de citoyens pourvus des fonctions publiques qui administrent le pays et représentent l'État.

Depuis neuf ans, le docteur Trolard a multiplié ses publications, ses démarches, ses voyages, ses conférences. Rien n'a secoué la torpeur administrative. Le mal fait des progrès, le déboisement continue, les sécheresses qu'il produit dévorent l'Algérie, le Sahara s'avance vers la mer.

Les sympathies des honnêtes gens sont acquises au docteur Trolard. Quant à moi, je déplore l'indifférence et la froideur qui ont accueilli son entreprise; je voudrais le consoler et le réconforter en lui répétant ce vers du poète :

..... Laudanda que velle
Sit satis, et nunquam successu crescat honestum.

Mais ce n'est pas assez de louer son courage et sa persévérance, il nous faut profiter des enseignements que nous donnent ses déboires.

Puisqu'il s'agit du bien public, puisqu'il faut combattre une cause de dépopulation démontrée, une cause menaçante, fatale, agissons, mettons-nous à l'œuvre personnellement. L'urgence et la conviction commandent des actes.

Voilà pourquoi la Société d'Agriculture des Alpes-Maritimes a fondé une Société des Amis des arbres, non pas des avocats des arbres, mais des planteurs d'arbres.

Quelle folie! direz-vous. Rien n'est à espérer d'un appel à l'action individuelle dans ce pays habitué à la centralisation et à l'omnipotence administrative.

A cette objection, je réponds qu'il ne faut jamais désespérer du bon sens public et qu'en France la logique ne perd jamais ses droits. Il arrivera nécessairement, quant au reboisement, le revirement d'opinion auquel nous avons assisté quant à l'enseignement supérieur.

Pendant de longues années, et surtout de 1850 à 1870, que de mémoires n'avons-nous pas publiés! que d'articles de journaux pour démontrer la nécessité de doter l'enseignement supérieur des subsides nécessaires à son plein développement! N'avez-vous pas vous-mêmes entendu les plaintes

amères de Leverrier au sujet des misères de la vieille Sorbonne, et du honteux dénûment des Facultés des Sciences? N'a-t-il pas fallu alléguer l'exemple des peuples voisins, décrire leurs instituts d'anatomie, de physiologie, de physique, de chimie, d'hygiène, énumérer les allocations, les subventions invraisemblables attribuées par eux aux professeurs, aux laboratoires, aux collections? Eh bien! nos arguments ont fait leur chemin. Le moment est venu où l'opinion publique a porté au pouvoir les amis des sciences, et nous avons assez vécu pour voir la vieille Sorbonne glorieusement reconstruite, la Faculté de Médecine de Paris outrepassant presque nos vœux, l'École de Pharmacie tirée de ses catacombes lézardées pour aller s'épanouir en parallèle avec le palais du Luxembourg; nous avons vu enfin dans nos grandes villes la République consacrer à l'enseignement supérieur des monuments encore plus somptueux que les préfectures du second Empire. L'opinion publique avait renversé toutes les digues et noyé toutes les routines administratives.

Le même phénomène se produira pour le reboisement, n'en doutez pas. Une élite d'hommes instruits connaît fort bien les travaux, les arguments de Valori, de Carrière, de Ranch, de Surell, de Baudrillart, d'Élisée Reclus, de Clavé, de Dumontzey, mais le grand public n'a pas encore compris que la prospérité nationale, la vie même de la population est attachée à l'existence des forêts. Le public ne sait pas que la détérioration des climats, les hivers excessifs, les étés torrides, les sécheresses prolongées, les ouragans ravageurs, les orages, les grêles, les inondations sont causées par la destruction des forêts.

Eh bien! voilà ce qu'il faut dire, ce qu'il faut répéter par toutes les voix de la publicité jusqu'à ce que la population tout entière se passionne pour les arbres, comme s'est passionnée la population des États-Unis d'Amérique; jusqu'à ce que l'amour des arbres soit inculqué aux enfants dans nos écoles primaires comme dans celles des Yankees, jusqu'à ce que l'amour des arbres se confonde dans le cœur de tous les citoyens avec l'amour du sol natal.

III. — Arbor day américain

Les premiers pionniers de l'Amérique du Nord s'étaient procuré des terres labourables en détruisant les forêts par le fer et par le feu. Entre le Canada et le golfe du Mexique, ils en avaient dévasté sur une surface égale à l'Europe entière. (Ranch, *Déboisement en Amérique.*) De belles récoltes, tout d'abord obtenues des terres vierges enrichies par cendres avaient bientôt épuisé la fécondité du sol, et l'on reconnut que le pays devenait stérile et inhabitable, et que l'erreur universelle ne pouvait être réparée que par l'effort et le dévouement de tous les citoyens.

En 1872, une association fut fondée dans l'État de Nebraska, sous le nom d'*Arbor day* (fête des arbres), pour la reconstitution des forêts et la multiplication des vergers. Cette association enrôle les hommes, les femmes, les enfants, les vieillards, les fonctionnaires de tout ordre, les instituteurs, le clergé, tout le monde; elle fonctionne sous la haute protection et direction du surintendant des écoles. Elle s'est étendue dans trente-sept États de l'Union, dans le Canada-Ontario et deux territoires indépendants. Dans le seul Nebraska, depuis dix-neuf ans, l'*Arbor day* a planté 355 millions d'arbres fruitiers ou forestiers. La multiplication des vergers en Californie est devenue une source de richesses plus féconde que les mines d'or. C'est de là que viennent ces innombrables colis de fruits desséchés livrés aujourd'hui à la consommation dans tous les pays du monde.
(Ch. Joly.)

L'*Arbor day*; la fête des arbres, est célébrée chaque année avec la plus étonnante solennité. C'est une fête à la fois nationale, populaire et religieuse. Les écoliers, initiés par les instituteurs aux pratiques de l'arboriculture fruitière et forestière, y jouent le principal rôle. Le surintendant des écoles, c'est-à-dire le ministre de l'Instruction publique, envoie à cette occasion des instructions détaillées à tous les fonctionnaires. Des récompenses honorifiques, des primes en argent sont distribuées à ceux qui se sont distingués par la plantation du plus grand nombre d'arbres ou par leur zèle à cultiver, à protéger les arbres de toute espèce. A tous les grands citoyens, aux bienfaiteurs de la patrie, législateurs, guerriers, artistes, inventeurs, savants, des arbres solennellement plantés sont dédiés afin de perpétuer leur gloire. Des hymnes, des cantates composées par les poètes et les musiciens y sont récitées ou chantées en chœur par les enfants des écoles.

Tout concourt à propager l'amour des arbres, à nourrir le sentiment du bien et du beau, à exalter l'amour de la patrie.

IV. — Société des Amis des arbres

Voilà, Messieurs, ce que la Société d'Agriculture des Alpes-Maritimes a résolu d'instituer en France. Elle veut déterminer le reboisement du pays en y intéressant la population tout entière; car, ne l'oublions pas, malgré la science, malgré le zèle de notre administration forestière, le déboisement fait encore des progrès.

M. Martinet, dans son ouvrage classique sur l'*Enseignement forestier*, affirme que depuis 1825, date de notre régime forestier, la surface boisée du territoire français a diminué de 750.000 hectares.

Cependant, les allocations au reboisement sont de 3 millions répartis entre les dix-sept départements les plus dénudés, tandis que les pertes causées

par les orages et les inondations que le reboisement devrait prévenir, s'élèvent, année moyenne, à 89 millions. D'après les documents officiels, la seule inondation de 1856 n'a pas coûté moins de 300 millions. (Comte VALORI, *les Inondations*.)

La Société des Amis des arbres veut venir en aide à l'administration forestière par des enseignements et par des actes :

Ses enseignements dissiperont les préjugés des gens de la campagne et des montagnards, en leur expliquant le rôle bienfaisant des forêts et les dangers de la vaine pâture;

Ses actes, les membres de la Société s'engagent à planter ou à faire planter chaque année au moins un arbre et à protéger les arbres fruitiers ou forestiers par les moyens dont ils disposent. Une faible cotisation de 2 francs par an est destinée à pourvoir aux frais de publicité et à constituer une caisse pour recevoir des dons et des subventions.

CONCLUSIONS

Voici les conclusions que j'ai l'honneur de soumettre à l'approbation du Congrès :

1° Les forêts remplissent une fonction d'une importance capitale dans le concert harmonieux des êtres comme régulateurs et modérateurs des agents atmosphériques;

2° Le déboisement est une cause puissante de dépopulation;

3° Le reboisement de la France ne peut être accompli que par une vaste association à l'instar de l'*Arbor day* américain;

4° La Société des Amis des arbres, fondée dans le département des Alpes-Maritimes, le 18 janvier dernier, offre un spécimen de cette nouvelle association; elle demande l'appui moral de l'Association française et l'adhésion personnelle de chacun de ses membres.

M. le Dr Benjamin MILLIOT

à Herbillon, près Bône (Algérie).

LA MÉDECINE DE COLONISATION EN ALGÉRIE

— Séance du 24 septembre 1891 —

De tout temps, lorsqu'il s'est agi d'organiser une colonie, les promoteurs de colonisation ont cherché à s'appuyer sur des agents plus ou moins compétents et nécessaires à l'accomplissement de leur tâche ; de là l'appel fait dans ce cas aux ingénieurs, aux fonctionnaires et aux médecins. Le rôle de ces derniers a été si bien compris par certains colonisateurs que l'un d'eux, questionné sur les moyens à employer pour coloniser, répondit : « Envoyez-moi des médecins. » C'est des médecins de colonisation de l'Algérie, de ces agents qui seuls peuvent donner au Gouvernement et aux colons des renseignements sérieux sur les conditions telluriques, climatologiques et sanitaires des contrées nouvelles à occuper et à exploiter, sur l'état physique et moral des autochtones et sur la moyenne exacte des besoins des futurs colons, que j'aurai à vous entretenir.

Presque tous les peuples colonisateurs, et j'entends par là : les Portugais, les Espagnols, les Hollandais, les Anglais et les Français, ont assuré de tous temps, et assurent encore aujourd'hui, dans certaines de leurs colonies le service médical par leurs médecins d'armées de terre et de mer. Les Hollandais songèrent, les premiers, à installer, dès 1820, dans les Indes néerlandaises, notamment à Java, des médecins civils des colonies. En 1845, le Gouvernement hollandais organisa à Utrecht une école spéciale des médecins militaires des colonies, laquelle fut transférée en 1868 à Amsterdam. Le résultat n'ayant pas répondu à l'attente, les départements de la Guerre et de la Marine accordèrent plus tard des bourses aux étudiants en médecine qui s'engageaient à servir dans les Indes néerlandaises pendant huit ans. L'essai parut bon et actuellement c'est 8.000 francs que le Gouvernement hollandais accorde aux étudiants, par fraction, au fur et à mesure de leur instruction, plus 8.000 francs d'entrée au service (1). En Espagne, le service médical colonial avait été assuré jusqu'à 1868 par les médecins de l'armée et ceux de la marine. Après la grande insurrection qui eut lieu à Cuba et qui fut réprimée, la prospérité du

(1) Congrès international de médecins de colonies, publié par Van Leent. Amsterdam, 1884.

pays ayant baissé et le nombre des médecins étant devenu insuffisant, le Gouvernement espagnol obligea les communes des provinces d'outre-mer *(provincias de ultra mare)* de se pourvoir de médecins qu'il engageait à cet effet dans la mère patrie; cette organisation dure encore. En Angleterre, c'est encore l'armée et la marine qui assurent le service médical royal des Indes, à condition toutefois, que les candidats, après avoir subi leurs examens à Londres, suivent pendant un certain temps les cours spéciaux de l'école spéciale de Nettley, où on leur enseigne d'une manière particulière : les maladies des pays chauds et l'organisation sanitaire aux Indes et aux colonies, et où ils suivent un cours pratique au laboratoire d'hygiène et à la chambre microscopique *(microscopical room)*.

Dans toutes nos colonies, sauf l'Algérie, le service médical a été et est, comme vous le savez, assuré par les médecins de la marine. Je n'insiste pas et passe à l'organisation de la médecine de colonisation en Algérie.

Je dois vous rappeler que peu après la conquête de l'Algérie on hésita en haut lieu et dans le Parlement si l'on devait la conserver ou l'abandonner, et l'on sait que le maréchal Bugeaud, l'un de nos plus grands gouverneurs généraux, sinon le plus grand, fut de ceux qui soutinrent avec énergie qu'il fallait l'abandonner. Cela ne l'empêcha pas, une fois la prise de possession décidée et la dénomination de « l'Algérie » donnée à la conquête, d'accepter le poste de gouverneur général et de donner une vigoureuse impulsion à la colonisation; dès lors, on songea à la sérieuse organisation de la médecine de colonisation algérienne qui fut définitivement instituée par arrêté ministériel du 21 janvier 1853. En quatorze articles cet arrêté avait prévu tous les détails importants du fonctionnement. Les terres livrées à la colonisation étaient divisées en circonscriptions médicales; le médecin de colonisation devait gratuitement ses soins aux indigents et délivrait les médicaments aux malades; il était chargé de faire des tournées périodiques dans chacun des centres compris dans sa circonscription, tenait au lieu de sa résidence des consultations et fournissait à l'administration tous les renseignements de statistique nosographique. On le voit, le service médical de colonisation était peu réglementé et n'était, après tout, que l'installation en Algérie, avec quelques modifications, de la médecine cantonale de la mère patrie. L'arrêté du 5 décembre 1853 accordait au médecin de colonisation une somme de 500 francs à titre d'indemnité de cheval, et déterminait l'uniforme qu'il devait porter : « le même que celui des aides-majors de l'armée, sauf que les broderies seront en argent et que les boutons en argent ou métal argenté porteront en légende, autour de l'emblème habituel, les mots : médecin de colonisation. Le pantalon sera en drap bleu, sans bande ni passe-poil. » L'arrêté du 20 décembre 1853, art. 2, fixait le prix des visites faites par le médecin de colonies aux personnes non indigentes ; mais cette disposition

fut formellement abrogée par un arrêté du 7 avril 1864, à partir duquel le médecin de colonisation fut rémunéré de ses visites d'après un tarif librement consenti. Dans l'arrêté du 2 septembre 1861, le personnel médical était réparti en trois classes, ce qui permit de récompenser l'ancienneté et l'importance des services rendus par les médecins de colonisation. Enfin, en 1878, parut l'arrêté du 5 avril, lequel, en 43 articles, réorganisa le service médical de colonisation et donna une satisfaction au médecin de colonisation en le considérant désormais comme fonctionnaire de l'État bénéficiant de la pension après trente ans de service coloniaux. Parmi les articles importants de cet arrêté, transformé en 1883 en décret, nous citerons ceux qui ne figurent pas dans celui-ci et qui furent, par conséquent, abrogés en totalité ou en partie :

ART. 9. — Un Comité chargé de centraliser tous les documents relatifs au service médical de colonisation est institué à Alger sous la présidence du directeur général des affaires civiles et financières.

ART. 10. — Ce Comité prendra le titre de *Comité supérieur d'assistance médicale*. Font partie de ce Comité : le procureur général, un membre du Conseil du Gouvernement, désigné par le Conseil, l'Inspecteur central des établissements de bienfaisance, le *directeur de l'École de Médecine d'Alger*, le *médecin en chef de l'hôpital civil d'Alger*, un *professeur de l'École de Médecine d'Alger* désigné par le Conseil des professeurs, un *médecin de colonisation de 1re classe* par département désigné par chacun d'eux par le suffrage de ses confrères et le chef du bureau de la direction de l'Intérieur, dans les attributions duquel se trouve le Service de l'Assistance hospitalière. L'un des sous-chefs de ce même bureau remplira les fonctions de secrétaire.

ART. 14. — Il a pour mission d'examiner les résultats du service médical d'assistance, recueillis et présentés par les Comités départementaux; de donner son avis sur les modifications et améliorations dont le service aura été reconnu susceptible; d'établir, après examen de leurs notes et des rapports trimestriels et annuels, le tableau d'avancement des médecins que les Comités départementaux ont jugé dignes d'une augmentation de classe; de donner son avis sur les mesures disciplinaires proposées par les mêmes Comités; enfin d'arrêter les bases d'un rapport d'ensemble que son Président doit adresser chaque année au Gouverneur général.

ART. 16. — Le Comité départemental, présidé par le préfet du département, est composé de : un membre du Conseil général désigné par la Commission départementale; le médecin en chef de l'hôpital civil du chef-lieu; le médecin en chef de l'un des deux hôpitaux civils de l'intérieur, désigné chaque année par le préfet; l'inspecteur des enfants assistés; un médecin de colonisation désigné par ses confrères du département. Le chef de bureau de la préfecture, chargé de l'assistance publique, remplira les fonctions de secrétaire.

ART. 19. — Les médecins de colonisation sont nommés par arrêté du gouverneur général, sur la proposition des préfets, parmi les docteurs en médecine. Ils ne peuvent être admis dans les cadres du personnel après l'âge de trente-cinq ans accomplis. Néanmoins, ceux qui justifieront d'au moins cinq ans de service dans les armées de terre ou de mer, pourront être admis jusqu'à l'âge de quarante ans révolus. *En cas de vacance d'un emploi de médecin de coloni-*

sation, avis en est donné au public par voie d'affiche dans les écoles et dans les Facultés de Médecine. Les candidats doivent adresser leur demande au gouverneur général, en l'appuyant d'un diplôme, d'un extrait de leur acte de naissance, d'un état exact de toutes les localités où ils auraient déjà exercé et de toutes les autres pièces propres à le faire apprécier.

ART. 39. — Tout médecin de colonisation dont le service ou la conduite laisserait à désirer sera invité à présenter des observations par écrit. Les peines disciplinaires suivantes peuvent lui être infligées, suivant la nature et la gravité des faits reprochés : le blâme prononcé par le préfet sur l'avis du Comité départemental; le changement de résidence imposé d'office pour des motifs autres que le manquement aux devoirs professionnels; la révocation. Ces deux dernières peines sont prononcées par le gouverneur général, *sur la proposition du Comité supérieur.* Les Comités départementaux et le Comité supérieur peuvent charger un de leurs membres de procéder aux *enquêtes sur place* qu'ils jugeraient nécessaires. Les frais résultant de ces missions sont supportés par le budget de l'assistance hospitalière et ordonnancés directement par le gouverneur général.

L'arrêté de 1878 fut un véritable couronnement de l'édifice de l'organisation médicale en Algérie; c'est ce que comprit l'ex-gouverneur général de l'Algérie, M. Tirman, qui jugea même nécessaire de le transformer en loi. Le 23 mars 1883 parut le décret signé par feu M. J. Grévy, décret qui régit aujourd'hui la médecine de colonisation en Algérie, que je reproduis en entier et qui n'est, sauf quelques modifications, que la reproduction assez exacte de l'arrêté du 5 avril 1878.

DÉCRET DU 23 MARS 1883

ARTICLE PREMIER. — Le service médical de colonisation, en Algérie, est réorganisé ainsi qu'il suit :

TITRE Ier.

ORGANISATION GÉNÉRALE. — DÉPENSES

ART. 2. — Les territoires de colonisation sont divisés en circonscriptions médicales à chacune desquelles est attaché un médecin spécial.

ART. 3. — Ces circonscriptions, dont le nombre varie suivant les besoins des populations européenne et indigène, sont déterminées par des arrêtés du gouverneur général, le Conseil de Gouvernement entendu.

Elles peuvent être modifiées dans la même forme chaque fois que l'intérêt du service le commande.

ART. 4. — Les dépenses du service de l'assistance médicale sont supportées par le budget du Ministère de l'Intérieur — 2e section — Service du Gouvernement général de l'Algérie (chapitre de l'Assistance publique).

TITRE II

COMMISSIONS LOCALES CHARGÉES DE DRESSER LES LISTES DES HABITANTS NON SUSCEPTIBLES DE PAYER LES VISITES DES MÉDECINS. — LEUR COMPOSITION. — LEURS FONCTIONS.

ART. 5. — Nul ne peut être admis aux secours médicaux gratuits s'il n'est inscrit, au préalable, sur un état dressé chaque année dans la première quinzaine d'octobre.

En vue de la préparation de cet état, et deux mois avant l'époque fixée pour son établissement, les habitants des différentes localités de la circonscription en sont informés par des placards apposés à la porte des mairies ou des locaux en tenant lieu.

Tout chef de famille qui croit avoir des titres aux secours médicaux gratuits doit, dans le délai, requérir son inscription sur l'état.

Les indigènes nécessiteux sont présentés d'office par leur adjoint spécial; à défaut de ce dernier, par l'un des conseillers municipaux musulmans.

ART. 6. — Une commission est chargée de statuer sur ces demandes et de dresser, en double expédition, l'état des personnes admises aux secours gratuits.

Elle se compose :

Du maire de la commune; de l'adjoint européen ou indigène de chaque section ou, à défaut de ce dernier, de l'un des conseillers municipaux musulmans; d'un ministre de chacun des cultes professés dans la commune, pourvu qu'il y ait sa résidence personnelle; d'un membre du bureau de bienfaisance, ou, à défaut, d'un habitant notable désigné par le conseil municipal; du médecin de colonisation; du receveur municipal ou du receveur des contributions qui en remplit les fonctions.

L'état qu'elle dresse doit indiquer non seulement le nom du chef de famille, mais encore celui de chacun des membres qui la composent.

ART. 7. — La liste d'admission aux secours médicaux gratuits est suivie, dans chaque commune, de l'état des enfants assistés placés dans la commune. Le nom du nourricier ou patron est inscrit en regard du nom de l'enfant assisté.

ART. 8. — Cette liste est revisée et arrêtée, dans le mois de novembre, par le conseil municipal de chaque commune.

Le maire l'adresse au sous-préfet, qui, après l'avoir approuvée, l'envoie au médecin de colonisation et au maire de la commune.

Si, dans le cours de l'année, des familles nouvelles viennent s'installer dans la localité et qu'elles réclament le bénéfice des secours médicaux gratuits, le maire pourra, s'il trouve ces demandes justifiées, faire ajouter les noms de ces familles sur la liste, sous la réserve de faire approuver cette mesure par le conseil municipal lors de sa plus prochaine réunion.

TITRE III

COMITÉS DÉPARTEMENTAUX DE L'ASSISTANCE MÉDICALE. — LEUR COMPOSITION. LEURS ATTRIBUTIONS

ART. 9. — Un comité départemental de l'assistance médicale est institué dans chaque département.

ART. 10. — Ce comité présidé par le préfet du département ou son délégué, est composé de :

Un membre du Conseil général désigné par la Commission départementale; le médecin en chef de l'hôpital du chef-lieu; le médecin en chef de l'un des hôpitaux civils de l'intérieur, désigné chaque année par le préfet; le chef de bureau de la préfecture chargé de l'assistance publique; l'inspecteur des enfants assistés; un médecin de colonisation désigné par ses confrères du département; le sous-chef de bureau de la préfecture chargé de l'assistance publique (remplira les fonctions de secrétaire).

Dans le département d'Alger, le médecin en chef de l'hôpital civil du chef-lieu est remplacé par le plus ancien médecin traitant de l'hôpital de Mustapha.

ART. 11. — Les pouvoirs du médecin de colonisation sont renouvelés tous les trois ans.

ART. 12. — Les comités départementaux ont pour mission de veiller à l'exécution du présent règlement; de proposer les améliorations dont il est susceptible; de donner un avis sur les titres à l'avancement des médecins de colonisation au point de vue professionnel; de fournir à l'Administration centrale les renseignements dont elle a besoin; de centraliser, de vérifier, de contrôler les rapports trimestriels et annuels des médecins de colonisation; de coordonner tous les documents relatifs au service médical et aux épidémies.

Les comités départementaux présentent chaque année, au gouverneur général, un rapport sur l'ensemble du service; ils lui signalent:

1° Les praticiens qui se distinguent particulièrement par leur dévouement à remplir les obligations attachées à leur charge;

2° Les résultats du service d'assistance médicale.

Ce même rapport fait connaître, au point de vue administratif, le nombre des malades soignés, le nombre de visites faites, le nombre de consultations; le nombre de malades admis dans les hôpitaux, les guérisons constatées, les maladies incurables, les décès, les terminaisons inconnues; ces renseignements sont réunis dans un tableau dressé d'après un modèle déterminé.

Au point de vue scientifique:

1° Les affections chirurgicales; 2° les affections médicales; 3° les conséquences des maladies; 4° les opérations faites; 5° les accouchements pratiqués; 6° le relevé, par commune, des maladies épidémiques observées pendant l'année; 7° les faits cliniques; 8° les faits relatifs à l'hygiène.

TITRE IV

MÉDECINS DE COLONISATION. — LEUR NOMINATION. — LEURS FONCTIONS. — LEUR TRAITEMENT. INDEMNITÉS. — AVANCEMENT. — RÉCOMPENSES. — RETRAITES

ART. 13. — Les médecins de colonisation sont nommés par arrêté du gouverneur général, sur la proposition des préfets, parmi les docteurs en médecine.

Ils ne peuvent être admis dans les cadres du personnel après l'âge de trente-cinq ans accomplis. Néanmoins, ceux qui justifieront de cinq ans de service dans les armées de terre ou de mer pourront être admis jusqu'à l'âge de quarante ans révolus.

Les candidats doivent adresser leur demande au gouverneur général, en l'appuyant d'un diplôme, d'un extrait de leur acte de naissance, d'un extrait de leur casier judiciaire, d'un état de leurs services antérieurs ou de leurs travaux scientifiques et de toutes autres pièces propres à faire apprécier leur candidature.

ART. 14. — A défaut de candidats réunissant les conditions prévues par l'article précédent, les docteurs en médecine ayant dépassé la limite d'âge, et les officiers de santé pourront être employés dans le service médical de colonisation, mais seulement à titre auxiliaire.

Est toutefois maintenue l'exception faite en faveur des officiers de santé nommés antérieurement à l'arrêté du 5 avril 1878.

Le titre de médecin de colonisation auxiliaire conféré aux officiers de santé ne leur donne aucun droit professionnel, en dehors de la législation médicale, au point de vue des opérations à pratiquer.

ART. 15. — Les médecins de colonisation sont tenus de résider dans le chef-lieu de leur circonscription, à moins que l'administration ne leur assigne une autre résidence dans l'intérêt du service.

ART. 16. — Le médecin de colonisation traite gratuitement les malades inscrits sur la liste dont il est parlé à l'article 5. Il doit également, dans sa circonscription, des soins aux personnes étrangères victimes d'un accident grave et subit, et il constate les décès qui surviennent dans le lieu de sa résidence; il pourra être chargé, si une commune le demande, de la visite des filles soumises dans sa circonscription, il recevra pour ce service une indemnité à la charge de la commune.

Les frais de visite des enfants assistés malades placés dans la circonscription sont remboursés par les départements aux taux fixés par les Conseils généraux.

ART. 17. — Conformément à l'article 14 du décret du 19 janvier 1811, le médecin se fait représenter, au moins deux fois par an, les enfants assistés placés dans sa circonscription, afin de s'assurer des conditions dans lesquelles ils se trouvent et de leur état de santé.

Il rend compte au préfet du résultat de ses visites.

ART. 18. — Le médecin de colonisation ne sera tenu obligatoirement de donner ses soins aux femmes en couche qu'à défaut de sages-femmes, et dans les cas exceptionnels où la sage-femme déclarerait ne pouvoir ou ne devoir pas terminer l'accouchement.

ART. 19. — Il doit visiter également, au moins une fois par semaine, les divers centres de population de sa circonscription. Les jours de visite sont déterminés par le préfet, d'après les propositions du médecin.

Néanmoins, en cas d'accident grave, le médecin devra toujours se transporter sur les lieux, à la réquisition du maire.

Il devra également déférer à toutes les réquisitions qui lui seront adressées par les officiers de police judiciaire pour des constatations médicales relatives à des crimes ou délits.

ART. 20. — Tout médecin de colonisation donnera, deux fois par semaine, à son domicile ou dans une salle de la mairie réservée à cet effet, des consultations dont le jour et l'heure sont déterminés par le préfet, le médecin préalablement entendu.

Ces indications seront affichées d'une manière apparente à la porte du domicile du médecin.

Les familles inscrites sur les feuilles de secours gratuits sont seules admises sans rétribution à ces consultations.

ART. 21. — Lorsque dans une localité le nombre des malades excède la proportion ordinaire, le médecin, prévenu officiellement, se transporte sans retard dans cette localité pour rechercher la nature et les causes du mal, conseiller les

mesures générales à prendre relativement à l'hygiène publique et privée, et donner ses soins aux malades.

Il adresse immédiatement un rapport au préfet et le tient au courant des faits importants.

Art. 22. — En cas d'épidémie grave, un médecin ou un interne des hôpitaux civils pourvu du titre d'officier de santé, pourra être adjoint au médecin titulaire de la circonscription pour assurer avec lui, et sous sa direction, l'exécution du service.

Art. 23. — Une fois par mois, et à un jour fixé de concert avec le maire, le médecin se rend dans les écoles publiques afin de constater les conditions hygiéniques de ces établissements et de s'assurer que les enfants qui s'y trouvent ne sont atteints d'aucune maladie contagieuse (ophtalmies granuleuses, teigne, gale, etc.) et qu'ils ont été vaccinés ou qu'ils ont eu la petite vérole.

Les enfants atteints de maladie contagieuse sont provisoirement rendus à leur famille et ne peuvent revenir dans les écoles qu'après guérison complète.

Art. 24. — Les médecins de colonisation adresseront tous les trois mois au préfet un rapport sur leur service.

Ce rapport indiquera :

1° La date des tournées, le nom des localités visitées, le nombre des malades traités à domicile, celui des malades envoyés dans les hôpitaux, le nombre des visites gratuites faites dans chaque localité, en dehors des tournées obligatoires ;

2° Le nombre des malades admis à la consultation et celui des malades étrangers à la circonscription envoyés à l'hôpital par suite de la consultation ;

3° Les décès survenus dans la circonscription ;

4° Enfin tous les faits intéressant la santé publique qui se sont produits dans le courant du trimestre écoulé.

Art. 25. — Dans le courant du mois de janvier de chaque année, les médecins de colonisation doivent faire parvenir au préfet, par l'intermédiaire des sous-préfets, tous les documents relatifs à l'exercice de leurs fonctions, savoir :

1° Sur des cadres imprimés fournis par l'administration, la liste nominative des habitants de la circonscription qu'ils ont été appelés à soigner gratuitement. Cette liste est accompagnée des détails relatifs aux maladies traitées, énoncées d'après un plan uniforme ;

2° La statistique relative au nombre et à la nature des maladies traitées, établie suivant un modèle déterminé ;

3° Les observations générales faites sur la salubrité, l'hygiène, la qualité des eaux dans les diverses localités et sur tous les faits de nature à intéresser la santé publique ;

4° Les remarques scientifiques que leur a suggérées l'état de la circonscription au point de vue médical.

Art. 26. — Les avantages accordés aux médecins de colonisation, en dehors de leur clientèle payante, se composent d'un traitement fixe à la charge de l'État, d'une indemnité de logement de 500 francs au minimum ou du logement en nature à la charge des communes de la circonscription et, éventuellement, d'indemnités relatives à la surveillance des enfants de premier âge, établies par la loi du 23 septembre 1874 ; des honoraires payés par les départements pour les enfants assistés malades ; des rétributions du département pour les vaccinations réussies ; enfin de l'indemnité accordée pour la connaissance de la langue arabe.

ART. 27. — Les médecins de colonisation sont répartis en cinq classes, qui correspondent aux traitements suivants :

1re classe	Fr.	5.000
2e classe		4.500
3e classe		4.000
4e classe		3.500
5e classe		3.000

ART. 28. — La proportion dans chaque classe est fixée comme suit :

1re classe	1/10e	de l'effectif.
2e classe	2/10es	—
3e classe	2/10es	—
4e classe	3/10es	—
5e classe	2/10es	—

L'avancement ne peut être obtenu qu'après deux ans au moins passés dans la classe immédiatement inférieure.

Les officiers de santé en exercice avant le 5 avril 1878 doivent servir au moins trois ans dans une classe pour pouvoir être nommés à la classe supérieure et ils ne peuvent, en aucun cas, dépasser le traitement de 4.000 francs.

ART. 29. — Sur la proposition du préfet, le comité départemental entendu, un avancement exceptionnel sera accordé, à titre de récompense, aux médecins de colonisation qui se seront distingués pendant les épidémies, sans préjudice des récompenses honorifiques qui leur seraient attribuées.

ART. 30. — Les dispositions de l'arrêté ministériel des 8 mars, 3 avril 1854 sur les congés des fonctionnaires, sont applicables aux médecins de colonisation.

Ces praticiens seront remplacés pendant leur absence par un médecin ou un interne des hôpitaux pourvu du grade d'officier de santé.

ART. 31. — Les dispositions de l'arrêté du 5 avril 1878, qui ont rendu applicable aux médecins titulaires de colonisation, à partir du 1er avril 1878, la loi du 9 juin 1853 sur les pensions civiles, sont confirmées.

ART. 32. — Tout médecin de colonisation dont les services ou la conduite laisserait à désirer sera invité à présenter des observations par écrit.

Les peines disciplinaires suivantes peuvent lui être infligées suivant la nature et la gravité des faits reprochés :

Le blâme motivé, prononcé par le préfet;

Le blâme motivé, avec suspension de traitement ne pouvant excéder un mois, prononcé par le gouverneur général;

La révocation, prononcée par le gouverneur général, après avis du comité départemental d'assistance médicale.

TITRE V

SERVICE PHARMACEUTIQUE. — REMBOURSEMENT DU PRIX DES MÉDICAMENTS

ART. 33. — Dans les localités où il n'existe pas de pharmacien, le médecin de colonisation est tenu d'avoir un approvisionnement des médicaments dont la nomenclature est déterminée par les comités.

Ces médicaments sont fournis au médecin par les hôpitaux civils, au prix

des marchés en cours. Les médecins les délivrent aux habitants de leur circonscription au prix de cession, augmenté de 15 0/0.

Les livraisons faites aux personnes inscrites sur la liste d'admission aux secours médicaux gratuits sont constatées par un bon détaché d'un registre à souche, et remboursées trimestriellement par les communes.

Celles faites aux enfants assistés sont à la charge des départements.

Les médicaments délivrés aux passagers qui n'ont pas le domicile de secours sont remboursés par le budget de l'assistance publique.

ART. 34. — Les bandages herniaires, bas lacés, etc., etc., sont fournis par les hôpitaux ou par des bandagistes spéciaux, sur des bons des médecins de colonisation visés par les maires.

Sont exclues de ces fournitures les personnes n'ayant pas leur domicile de secours dans la commune.

TITRE VI

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

ART. 35. — Les médecins communaux seront invités à établir, à la diligence des maires, les rapports et états statistiques dont la production est exigée du service colonial par l'article 25.

Ces rapports, adressés aux comités départementaux, servent à établir annuellement la statistique médicale de l'Algérie.

ART. 36. — Sont abrogées toutes les dispositions antérieures sur le service médical de colonisation, en ce qu'elles ont de contraire au présent décret.

Fait à Paris, le 23 mars 1883.

En comparant le décret de 1883 avec l'arrêté de 1878, on est frappé de leur similitude et l'on m'accordera que, sauf l'abrogation totale des articles 9, 10 et 14, visant la suppression du Conseil supérieur d'assistance médicale et la suppression partielle de quelques autres articles, le premier est la reproduction fidèle du deuxième. Il n'échappera cependant à personne que l'abrogation totale des articles précités, d'apparence anodine, modifiait foncièrement l'économie de l'arrêté de 1878. Vous avez vu que dès la promulgation de l'arrêté du 2 septembre 1861 le médecin de colonisation était envisagé comme fonctionnaire du gouvernement; néanmoins il conservait une certaine indépendance vis-à-vis de l'administration, indépendance que leur reconnut également l'arrêté de 1878. Ainsi les comités départementaux de cet arrêté examinaient les titres à l'avancement des médecins de colonisation et le Comité supérieur d'assistance médicale d'Alger était chargé de dresser un tableau d'avancement; c'étaient, en réalité, des comités investis de véritables attributions administratives présentant, au point de vue du gouvernement général de l'Algérie, de sérieux inconvénients. L'œil exercé d'un administrateur aussi habile que l'était M. Tirman ne s'y trompa point; ce haut fonctionnaire n'admettait pas un privilège créé, en quelque sorte, en faveur du médecin de colonisation, et pour lui, celui-ci devait être un fonctionnaire comme

tous les autres et dépendant directement de l'administration; de là la suppression du Comité supérieur d'assistance médicale et l'augmentation des représentants du gouvernement général au comité départemental, lequel comptait dans l'arrêté de 1878 (art. 16) trois médecins sur cinq membres et en compta autant sur six membres dans le décret de 1883 (art. 10). Il convient aussi de rappeler une autre considération qui motiva également la promulgation de ce décret. Il arrivait parfois que les gouverneurs généraux de l'Algérie se trouvaient aux prises avec des difficultés administratives, non prévues par leurs arrêtés et dont la solution n'admettait pas de retard; dans ces cas ils pouvaient exceptionnellement, et souvent non sans raison légitime, les transgresser; il n'en pourra être désormais de même avec le décret du 23 mars 1883.

Tout en regrettant les modifications susmentionnées que M. Tirman contribua à faire subir à l'arrêté du 5 avril 1878, nous devons reconnaître qu'en faisant donner à ce dernier force de loi l'ex-gouverneur général de l'Algérie a rendu à notre médecine de colonisation un signalé service.

En faisant signer au président Jules Grévy le décret de 1883, l'Administration supérieure de l'Algérie prouva, encore une fois, qu'elle n'admettait pas le fait, bien réel cependant, que le médecin de colonisation était un fonctionnaire d'ordre spécial dont les travaux et les mérites ne pouvaient être jugés et appréciés que par un Comité spécial composé, au moins en grande partie, d'hommes de profession, c'est-à-dire compétents. L'Administration perdait de vue que dans la bataille de tous les jours qu'elle livre au sol algérien et aux préjugés et à l'ignorance des indigènes, ses médecins de colonisation sont de véritables éclaireurs auxquels il faudrait, rien que de ce chef, accorder une certaine indépendance. Conséquente avec elle-même, l'Administration fit supprimer également le passage de l'article 19 de l'arrêté de 1878, d'après lequel les places vacantes des médecins de colonisation étaient signalées au public médical par voie d'affiches.

Je vous ai lu l'article 2 du décret de 1883, d'après lequel les territoires de colonisation sont divisés en circonscriptions médicales, lesquelles comprennent généralement deux ou trois communes de plein exercice ou mixtes (1). Je dois ajouter que le service médical de colonisation comptait, en 1881, 98 médecins de colonisation dont le traitement se montait à 336,400 francs (2). Il y avait à cette époque, en moyenne, trente et quelques médecins de colonisation par département. Depuis 1881 ces

(1) Les communes de plein exercice sont celles qui sont organisées comme en France et dont la population est en grande majorité composée d'Européens; les communes mixtes sont celles où dominent les indigènes et où les fonctions municipales sont exercées par des administrateurs et des adjoints, relevant du gouvernement général de l'Algérie.

(2) Voir Conseil supérieur du gouvernement de l'Algérie, 1881, p. 84.

chiffres n'ont guère varié et correspondent à environ un médecin par 4.000 habitants de l'Algérie, tant Européens qu'indigènes. Ce chiffre est manifestement insuffisant, lors même qu'on prendrait en considération que, dans certaines communes, surtout dans les villes, les médecins civils libres y exercent la médecine.

Après tout ce que j'ai eu l'honneur de vous exposer, il nous reste à examiner quelles sont les lacunes qui existent dans la belle œuvre d'organisation de notre service médical de colonisation dont nous avons incontestablement le droit d'être fier. Et d'abord l'étude approfondie de cette institution nous amène à la constatation du fait que le gouvernement ne tire pas assez parti de la somme d'intelligence, de savoir et de dévouement que recèlent, pris en masse, ses médecins de colonisation. Ainsi dans l'œuvre d'assainissement du sol algérien, ceux-ci ne sont pas suffisamment consultés ; et cependant seuls ils ont autorité, grâce à la connaissance approfondie de leurs circonscriptions respectives, pour insister auprès du gouvernement sur ce fait capital que l'assainissement de l'Algérie n'est qu'une question de desséchement systématique de ses lacs et marais et du drainage de son sol opéré en grand. Le drain ! mais c'est le plus grand destructeur, et pour le moment le seul du paludisme algérien. Le grand géomètre de l'antiquité, Archimède, prétendait qu'avec un levier et un point d'appui il soulèverait la terre; infiniment moins prétentieux que lui je vous dirai : « donnez-moi le drain, et je vous assainirai non seulement l'Algérie, mais toute l'ancienne Atlantide, des dunes du Sahara aux rives de la Méditerranée. »

Et dans l'œuvre de l'acclimatation. Qui doit avoir voix prépondérante, si ce n'est le médecin de colonisation ? C'est à lui que le gouvernement devrait confier la mission d'étudier mûrement les emplacements des centres de colonisation à créer dans sa circonscription. On ne peut pas nier que le gouvernement a bien recours à ses lumières dans la création des centres : ainsi les médecins de colonisation font partie des Commissions dites de la création des centres; mais dans ce cas ce ne sont pas des études longues et spéciales des conditions telluriques et climatologiques des futurs centres qu'ils ont à soumettre au gouvernement; c'est plutôt des consultations faites de concert avec d'autres fonctionnaires composant les dites commissions.

Et dans la question de la création des sanatoria estivaux reconnus aujourd'hui indispensables dans les pays chauds — question malheureusement à peine effleurée en Algérie — qui peut mieux que le médecin de colonisation désigner au gouvernement et aux colons les endroits propices à l'installation de ces sanatoria ?

Si je mets en relief ces exemples, c'est pour rendre évident le rôle d'hygiéniste que doit jouer le médecin de colonisation dans nos colonies ;

ce rôle, grand et beau entre tous, lui fait un devoir de prévenir les maladies endémiques et épidémiques dans les colonies et d'être le gardien naturel de la santé des colons et le conservateur de leur vie; et il ne faut pas être grand prophète pour prédire que dans un avenir peu éloigné les médecins de colonisation seront, avec les maîtres d'école, les premiers pionniers que la France embarquera sur ses navires battant pavillon colonisateur.

A ce rôle d'hygiéniste il faut ajouter celui du médecin légiste, peut-être le plus pénible pour le médecin de colonisation, et d'autant plus pénible qu'on lui tient généralement peu compte des services qu'il rend à l'autorité judiciaire. Se transporter par tous les temps dans les lieux, parfois à peine accessibles; faire des autopsies dans des conditions déplorables; signer des pièces rédigées quelquefois de mémoire; se voir payer dérisoirement et subir des reproches souvent immérités du procureur ou des critiques malveillantes et des insinuations perfides du défenseur, — voilà la récompense à laquelle peut toujours s'attendre le médecin de colonisation légiste!

Reste enfin le rôle spécial du médecin praticien. Privé d'hôpital, d'ambulance, d'assistant et d'aides, le médecin de colonisation doit se débrouiller comme il peut dans les cas graves ou nécessitant une opération; aussi s'estime-t-il heureux quand il peut expédier son malade à l'hôpital de la ville la plus proche. Il ne peut donc, en réalité, que faire de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique d'urgence, ce qui le met dans l'impossibilité de faire des études sérieuses sur les maladies internes ou externes des contrées souvent malsaines où il exerce sa profession et où, enfant perdu de l'armée médicale, seul, sans témoins ni encouragement, il promène son art et son dévouement, ne trouvant dans l'accomplissement du devoir que l'approbation de sa conscience.

Mais, dira-t-on, il y a compensation à tous ces déboires. Le médecin de colonisation a une position sociale, sinon des plus enviables, du moins respectable; rien que ses titres universitaires le recommandent déjà à l'estime publique. Eh bien, non! Et la boutade suivante que j'ai intercalée dans ma brochure intitulée : *Conférence scientifique faite à Bugeaud le 29 avril 1883* vous en dira plus que toutes les dissertations sur ce thème. Cette boutade, la voici (*l. c.*, p. 26) :

« La médecine de colonisation, ai-je dit au Congrès d'Oran, est une œuvre non achevée. Il y a dans cette œuvre des lacunes que je signalerai dans un travail que je publierai plus tard. Aujourd'hui, je dirai que le médecin de colonisation est presque toujours entre trois seigneurs. Déjà, avec deux seigneurs, il y a du fil à retordre, jugez un peu lorsqu'il y en a trois! Et moi qui en ai quatre. Oui, quatre : l'administration, la municipalité de Bugeaud-Herbillon, les colons de Bugeaud-Herbillon et la

Société anonyme des lièges de l'Edough. Vous voyez que je m'exprime avec beaucoup de modération, car en dédoublant les municipalités et les colons de Bugeaud et d'Herbillon, je pourrais dire, sans exagération aucune, que j'ai six seigneurs. Tous ces seigneurs, sauf le gouvernement, peuvent, à un moment donné, tous ensemble ou séparément, porter plainte contre le médecin de colonisation à celui-ci, qui le paie et dont il est employé, et, comme tel, permutable d'office. Fort heureusement pour nous, médecins de colonisation, l'administration supérieure est, à notre égard, quelque peu routinière, dans la bonne acception du mot : elle n'aime pas à faire voyager ses pauvres *médecins de campagne officiels*, le vrai titre, selon nous, des médecins de colonisation.

» M. le gouverneur général Tirman, surtout, n'a pas été favorable à ces pérégrinations, et dans mon travail mentionné je citerai des faits qui prouvent que les seigneurs n'ont pas obtenu toujours auprès de lui une solution favorable à leurs plaintes. Quoi qu'il en soit, quand il y a plainte d'un seigneur, le gouvernement fait généralement la sourde oreille ; mais quand il y a plaintes, même parfois mal fondées, de deux ou de tous les seigneurs, absolument incompétents, comme je l'ai déjà dit, que faire? Dans ces cas, malgré toute la mauvaise volonté dont il fait preuve en pareille circonstance, le gouvernement est bien obligé, rien que pour avoir la paix, de faire comme ces évêques auxquels les ouailles d'un bon pasteur quelconque adressent, raisons plus saugrenues les unes que les autres, plaintes sur plaintes : ils changent le curé de résidence et lui donnent, dans la généralité des cas, un poste supérieur. Très intelligent, vous le voyez, le système des évêques. Avec tout cela, pas commode, la situation du médecin de colonisation! Il peut parfaitement se dire, le jour où il a été agréé comme tel : « Dorénavant, mon logement sera un » campement, mais, d'un autre côté, je pourrai économiser les frais de » représentation que m'impose ma condition. » C'est comme dans tout bon commerce : il y a perte, mais aussi il y a profit, profit extrêmement précieux pour le médecin de colonisation dont les recettes, comme traitement et autres, sont assez modestes et équilibrent avec peine les faux frais et les frais de déplacements, presque constants, auxquels l'astreint sa qualité de médecin-voyageur et même parfois de médecin-migrateur. Je me propose de traiter à fond toutes ces questions dans ma *Médecine de colonisation en Algérie*, que je publierai plus tard, ainsi que je vous l'ai déjà dit. Pour le moment, cette esquisse doit vous suffire pour vous rendre un compte exact de ce que je suis comme médecin de colonisation, surtout si je vous rappelle que jusqu'ici le gouvernement n'a jamais reçu de plaintes contre moi et que les municipalités de Bugeaud et d'Herbillon m'ont voté des remercîments. »

Et les avantages réels attachés à son poste, par exemple son avance-

ment? Si l'on se rend bien compte de la situation faite au médecin de colonisation, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'en réalité il est point ou peu contrôlé. Il y a bien certaines feuilles signallétiques signées d'abord par le maire et contresignées par le sous-préfet et le préfet; or, peut-on prendre en sérieuse considération les jugements portés par les maires sur les capacités professionnelles du médecin de colonisation? Il y a encore le Comité départemental qui élabore des propositions d'avancement, mais là encore sur cinq membres du comité il y a trois médecins dont, en réalité, un seulement, le délégué des médecins de colonisation, peut fournir des renseignements exacts sur la valeur professionnelle des candidats à l'avancement; autant vaut-il créer des médecins-inspecteurs départementaux qui auront au moins l'autorité voulue pour motiver le choix à l'avancement ou à la récompense. Et ce n'est encore que le petit côté de la question. L'article 28 du décret de 1883 dit que la proportion dans chaque classe est : première classe, 1/10e de l'effectif; deuxième classe, 2/10es, et ainsi de suite; en bon français, cela signifie que vous aurez beau avoir quinze, vingt ans et plus de service, vous distinguer d'une manière exceptionnelle et mériter l'estime particulière des autorités supérieures, — celles-ci ne pourront vous accorder de l'avancement que si l'effectif n'est pas au complet. Voilà le grand et en même temps le dangereux côté de la question, — dangereux parce que c'est lui qui est et sera la cause du peu d'empressement que mettront les médecins de valeur à postuler la place du médecin de colonisation. Si au moins, au bout de quelques années de sa pénible carrière, il entrevoyait la possibilité d'obtenir une concession! — Point du tout! car il est de principe gouvernemental de ne pas accorder de concessions aux fonctionnaires.

Et la retraite? Parlons un peu de celle-ci. La loi du 9 juin 1853 sur les pensions de retraite a divisé les fonctionnaires en deux catégories : ceux du service actif et ceux du service sédentaire. S'il y a un service actif, c'est bien celui du médecin de colonisation dont la circonscription a parfois une étendue de cent mille hectares et au delà. Eh bien, chose incroyable, son service est envisagé comme sédentaire! Trente ans de la vie de médecine de colonisation, trente ans d'une vie errante par tous les temps et dans des régions le plus souvent paludiques, et seulement lorsqu'il est complètement usé, sinon infirme ou impotent, la retraite! N'avait-il pas raison ce confrère, médecin de colonisation démissionnaire, lorsqu'il me disait : « La retraite! mais c'est comme la première classe, j'aurais le temps de mourir deux fois avant d'y arriver! »

Après tout ce que j'ai eu l'honneur de vous exposer, vous conclurez avec moi qu'il était opportun de vous faire connaître l'organisation en Algérie de la médecine de colonisation, laquelle, réorganisée conformé-

ment aux nouveaux besoins de notre colonie, lui rendra, très certainement, de grands services.

Il ne s'agit plus de remanier tel ou tel autre arrêté ou décret, il faut viser plus haut et asseoir la médecine de colonisation sur des bases scientifiques, et partant, nouvelles. Il faut, ou bien la laisser en dehors de toute attache administrative, c'est-à-dire envisager le traitement actuel de première classe au moins, comme prime d'encouragement aux docteurs-médecins qui voudront, après un concours dans une de nos Facultés, venir s'installer en Algérie et y accepter certaines conditions imposées par le gouvernement, telles que : le traitement gratuit des malades indigents, etc.; ou bien hiérarchiser complètement la médecine de colonisation actuelle, c'est-à-dire rétablir le conseil supérieur d'assistance médicale et créer des médecins-inspecteurs départementaux.

D'aucuns trouveront peut-être que j'ai un peu exagéré la pénible situation des médecins de colonisation algériens; qu'il y en a qui se font de 8, 10, même 15,000 francs de revenu pàr an, et qu'en Algérie il y a des fonctionnaires dont la situation est aussi, sinon plus précaire que celle des médecins de colonisation. Des médecins de colonisation à revenu de 15.000 francs, je n'en connais pas. Il y en a bien quelques-uns qui arrivent à 8 ou 10.000 francs de revenu par an, mais c'est l'exception et j'ai parlé de la règle; je pourrais d'ailleurs prouver facilement que ces sommes sont à peine suffisantes pour équilibrer le budget du médecin de colonisation, père de famille et obligé d'élever ses enfants. Quant à l'argument qui consiste à comparer les médecins de colonisation à d'autres fonctionnaires et de mettre en parallèle des situations absolument hétéroclites, je ne lui ferai pas l'honneur de le discuter.

Qu'il me soit permis, Messieurs, avant de terminer ma communication, d'exprimer au gouvernement général de l'Algérie notre gratitude pour la bienveillance qu'il a témoignée et témoigne constamment au service médical de colonisation et à laquelle je dois l'honneur de me trouver au milieu de vous. Je me permets d'adresser personnellement mes sentiments de reconnaissance à M. Tirman, ex-gouverneur général de l'Algérie, qui a toujours défendu nos intérêts et ne s'est jamais prêté volontairement aux petites rancunes locales, voire même départementales, ni aux dénonciations malveillantes dirigées contre certains médecins de colonisation. J'aurais pu même exécuter ma promesse, faite en 1888 dans ma « conférence scientifique », et vous citer des faits extrêmement curieux à cet égard; mais ils sont tellement drôles que je les abandonne volontiers à un futur Wittkowski, auquel je promets d'avance une ample moisson pour son histoire anecdotique de la médecine de colonisation algérienne.

CONCLUSIONS

Comme corollaire de cette communication, il me reste à en tirer les conclusions suivantes :

1° La médecine de colonisation dans nos colonies, et notamment en Algérie, doit appeler sur elle la sérieuse attention du législateur.

2° Les médecins de colonisation devront être dorénavant nommés au concours.

3° Ils devront être : ou libres, c'est-à-dire exempts de tout contrôle administratif et avoir le droit de délivrer des médicaments aux colons; une somme fixe leur sera allouée par le gouvernement général de l'Algérie à titre de subvention, à condition de soigner les malades indigents et de remplir quelques autres obligations que le gouvernement jugerait utile de leur imposer; ou bien ils seront fonctionnaires de l'État, et, dans ce cas, ils devront être complètement hiérarchisés; le Comité supérieur d'assistance médicale devra être rétabli et des médecins-inspecteurs départementaux devront être créés.

4° Le décret du 23 mars 1883 doit être remanié, surtout ceux de ses articles qui visent le contrôle des médecins de colonisation et leur avancement.

5° Dans la création des nouveaux centres de colonisation en Algérie et dans la prise de possession de nouvelles colonies, la voix du médecin de colonisation doit être écoutée avant celle de tous autres agents de colonisation; lui seul a qualité pour décider, au point de vue sanitaire, s'il y a lieu ou non de créer le centre, d'indiquer les améliorations matérielles à apporter au sol et de déterminer le gouvernement à établir dans les nouvelles colonies la colonisation de peuplement ou celle de roulement.

6° Le nombre des médecins de colonisation doit être augmenté et chacun d'eux doit être mis à la tête d'un hôpital ou d'une ambulance; il devra avoir un aide ou, tout au moins, un infirmier pour l'assister dans ses opérations et ses tournées.

7° La situation des médecins de colonisation doit être améliorée, si le gouvernement tient à avoir à sa disposition des médecins de colonisation d'élite et à la hauteur de leur triple mission : professionnelle auprès des malades, colonisatrice auprès de l'administration et civilisatrice auprès des colons et des habitants autochtones.

8° Enfin, la création d'une école spéciale de médecins de colonisation s'impose. On n'accepterait dans cette école que des médecins ayant passé leur thèse de doctorat dans une des Facultés de Médecine de France; pendant un an au moins ils s'y perfectionneraient dans les sciences

spéciales et dont la connaissance approfondie est nécessaire pour l'exercice de la médecine dans les colonies ; ils y étudieraient également la ou les langues parlées par les autochtones des colonies auxquelles ils se destineraient.

M. le Professeur VILANOVA Y PIERA

Président de la Section d'Hygiène à l'Académie de Médecine de Madrid.

DE L'ORGANISATION DU SERVICE SANITAIRE EN ESPAGNE

— Séance du 21 septembre 1891 —

Je vais avoir l'honneur d'exposer devant la Section non seulement l'état présent du service sanitaire dans mon pays et son avenir prochain, mais encore son passé, que j'estime glorieux, car l'histoire que je vais tracer vous démontrera la part que les médecins et les naturalistes espagnols ont prise aux glorieux progrès des sciences médicales.

Deux puissantes raisons m'imposent la nécessité de procéder de la sorte : d'abord, l'obligation que j'ai contractée vis-à-vis de mon gouvernement en acceptant de lui la trop honorable délégation pour cette respectable assemblée, et aussi le profond amour de la patrie, le pur et vif sentiment qui en est l'émanation, et qui me cause une triste et douloureuse émotion à la vue des jugements injustifiés et injustes que l'Europe porte sur notre compte. Est-ce ignorance de notre histoire scientifique? Sont-ce des préjugés acceptés sans contrôle? Tout cela ne saurait faire honneur à qui y croit encore, ni à qui le répète avec ou sans méchante intention. C'était compréhensible aux temps déjà lointains où les peuples ne se connaissaient pas, faute de communications rapides et faciles ; mais aujourd'hui, quand tout marche et tout concourt à l'union universelle, grâce aux progrès de la civilisation moderne, ces préjugés ou cette ignorance peuvent-ils se concevoir? Et cependant ils existent encore et on continue à méconnaître ce que nous avons fait et ce que nous continuons à faire — ce qui nous est bien sensible certainement. C'est pour cela qu'après avoir élevé devant vous cette juste plainte, je me propose de réclamer pour ma chère patrie la part de gloire qui lui revient de droit en tout ce qui touche à l'organisation sanitaire, dans laquelle nous avons pris plus d'une fois l'initiative, avant d'autres nations, comme il me sera facile de le prouver. Mais on dirait qu'il pèse sur mon pays un

signe fatal, grâce à une foule de circonstances que j'indiquerai plus tard et qui semblent le placer presque en dehors du monde scientifique. C'est ainsi, par exemple, que le grand Linné refusa les propositions honorables et avantageuses qui lui furent faites par ordre de notre bon et très estimé roi Charles III pour aller en Espagne professer la botanique, parce qu'il nous croyait presque en état sauvage; opinion de laquelle il eut la plus grande peine lorsqu'il apprit, par son élève Loefling, le degré de culture que celui-ci trouva dans le pays, où il y avait des botanistes distingués auxquels Linné dédia plus tard plusieurs espèces et même de genres nouveaux.

La méconnaissance de l'histoire scientifique de ma patrie fit dire à Masson, dans l'article Espagne de l'*Encyclopédie* du siècle dernier, que dans dix siècles nous n'avons rien fait; et, chose bien surprenante! après la victorieuse et brillante réfutation que l'éminent botaniste Cavanilles, publia en français, à Paris même, MM. Cuvier et Blainville, dans les histoires respectives de sciences qu'ils publièrent en 1834 et plus tard, font à peine mention, dans les temps anciens, d'Arnaud de Vilanova et de Raymond Sullio, et ne citent, dans les temps modernes, presque aucun naturaliste ni médecin espagnol. Si ces savants historiens avaient eu connaissance du livre de Cavanilles, ils n'auraient certainement pas commis vis-à-vis de mes compatriotes l'injustice que je viens de signaler. Ce sont eux et leur glorieuse mémoire que j'ai l'ardent et bien juste désir de signaler au respect de tous ceux qui s'adonnent de bonne foi à l'étude des sciences humaines.

Sans oublier ce que les Arabes espagnols et respirant l'atmosphère de l'Espagne ont si largement apporté au champ médical, il suffirait de signaler, dans ce résumé imparfait et rétrospectif, la figure du profond humaniste et grand philosophe Jean-Louis Vives, de Valence, pour évaluer ce que les sciences d'observation doivent à mon pays. Vives enseigna, en effet, dans la fameuse Université d'Oxford, cinquante ou soixante années avant l'insigne chancelier Bacon, et publia ensuite la véritable méthode que l'étude de ces branches du savoir exige, et à laquelle sont dus les immenses progrès accomplis depuis lors. Ainsi le déclare l'érudit Mayans dans la biographie insérée en tête de l'édition faite à ses dépens : *Jodit Vives fundamenta firmissima ad veram philosophiam ædificandam, quam postea struxit Franciscus Baconus*. Sur lui aussi, Erasme écrivait à Moro ce qui suit : « *De Ludovico Vives gaudeo meum calculum cum tuo consentire; is est unus de numero eorum qui nomen Erasmi sint obscurati.* Ce fut vraiment une tête privilégiée que celle de cet homme insigne, car elle lui permit d'embrasser avec une singulière perspicacité presque toutes les branches de la science; il devint à la fois le restaurateur des belles-lettres, le réformateur de la philosophie positive; et, non content

de signaler les causes de la décadence des sciences dans son temps, il indiqua bien clairement la vraie manière de les corriger dans la maxime suivante : « *Ad incognita enim itur per cognita, et ad mentis judicium per sensuum fonctiones.* » Vives traça avec une grande justesse d'esprit la véritable méthode pour l'étude de la médecine, et insista beaucoup sur la nécessité de la baser sur la connaissance de l'histoire naturelle et de l'anatomie.

Il est à regretter que Vives ait été oublié par Cuvier et Blainville, ainsi que par tous ceux qui se sont occupés de l'histoire des sciences; car, sans porter la moindre atteinte à l'importance de l'insigne Bacon, il est évident que Vivès le précéda dans l'enseignement de la bonne doctrine en Angleterre même, et à l'Université de Louvain où il fut professeur.

Il survint à Vives la même chose qu'à Michel Servet, véritable indicateur non seulement de la circulation pulmonaire, mais encore de la circulation générale, comme cela découle de ce qu'il dit dans l'ouvrage *de Fidei restitutio.* C'est vrai que l'insigne Harvey en donna plus tard la démonstration; mais la première indication en revient à mon compatriote.

Ce ne furent pas seulement ces deux hommes illustres qui, en Espagne, contribuèrent d'une manière efficace au mouvement intellectuel de l'Europe, mais beaucoup d'autres, comme le démontra, en 1792, le savant Cavanilles dans la réfutation de l'article injurieux de Masson, et plus tard, en 1853, le recteur actuel de l'Université de Madrid, mon confrère M. Colmeiro, dans l'ouvrage couronné par la Bibliothèque nationale intitulé : *La Botanique et les Botanistes de la péninsule hispano-portugaise.* De ces deux livres si intéressants, j'extrais les curieux passages qui suivent :

Déjà au XV^e^ siècle, Arnaud de Vilanova s'occupe d'hygiène, qu'il nomme régime de santé, citant à l'occasion plusieurs plantes et divers médicaments simples. Gonzalo Fernandez d'Oviedo publia, en 1535, la première Histoire naturelle des Indes. Le fameux Laguna, professeur à l'Université d'Alcala et médecin de l'empereur Charles V; sur ses instances, Philippe II établit le Jardin botanique d'Aranjuez antérieur à ceux de Montpellier et de Paris. Nicolas Monardes, fondateur d'un des plus anciens musées d'histoire naturelle consistant en objets du Nouveau-Monde, et sur lesquels il publia un ouvrage. Jean Plaza, médecin et professeur de botanique à l'Université de Valence, ami et correspondant du fameux Clusio. François Hernandèz, médecin de Philippe II, par ordre duquel il fit un séjour de sept ans (1571 à 1577) à la Nouvelle-Espagne et écrivit quinze volumes sur la géographie, les antiquités et les objets d'histoire naturelle qu'il rapporta en Espagne.

Au XVII^e^ siècle figurent : Bernard Cienfuegos, auteur d'une Histoire des plantes en sept volumes in-folio, avec dessins coloriés, qui sont conservés dans la Bibliothèque nationale de Madrid; Sorolla, qui fut médecin

de Valence et auteur d'un des premiers traités de botanique médicale ; il forma dans cette Université un bon herbier et laissa quelques manuscrits sur les plantes du territoire.

Le XVII^e^ siècle finit et le XVIII^e^ commence avec ce qui devrait bien s'appeler la dynastie des fameux botanistes Salvador, laquelle commence par le pharmacien de Barcelone, Jean, auquel succéda Jaime (Jacques), surnommé par Tournefort « le phénix de sa patrie » ; la troisième génération fut représentée par un autre Jean, compagnon d'Antoine et Bernard de Jussieu dans les herborisations que, par ordre du gouvernement français, firent à travers la Péninsule ; et Joseph Salvador qui laissa pour héritier de la réputation de sa famille un autre Jacques non moins fameux que ses honorables ascendants.

Le jésuite valençais Gumilla est l'auteur de l'*Orénoque illustré*, ouvrage dans lequel il donna de très curieux détails sur les productions naturelles de ce grand bassin.

Les célèbres marins Ulloa de Séville et Jorge Juan d'Alicante, en dehors de la part très importante qu'ils prirent aux opérations géodésiques et astronomiques confiées aux académiciens français envoyés à Quito en 1735, fixèrent leur attention sur les produits naturels du pays qu'ils firent connaître dans les *Noticias Americanas*, publiées à Madrid en 1772, et dans le *Récit du voyage dans l'Amérique méridionale* qui porte la date de 1778.

Le pharmacien de Ferdinand VI, Ortega, restaurateur de la botanique en Espagne, secrétaire de l'Académie royale de Médecine, chargé des éphémérides qu'il publia depuis 1738 à 1746, et correspondant de Linné auquel il communiqua des notes et des dessins qui servirent pour la rédaction de l'*Iter hispanicum* publié en 1758. Casimir Garcia Ortega, médecin et professeur de botanique à Madrid, auteur de la première *Pharmacopœa hispana*, à une époque où il n'y en avait pas beaucoup en Europe. C'est à lui qu'on doit principalement l'établissement des jardins botaniques et des chaires d'histoire naturelle dans les principales villes de l'Espagne et dans ses vastes domaines ; il fut aussi un ardent promoteur des expéditions au Nouveau-Monde.

Don Thomas Villanova, médecin de Valence, professeur de chimie et de botanique à Madrid, publia une flore valençaise, et un livre sur matière médicale, ayant formé un superbe herbier avec les plantes recueillies dans ses voyages en France, Italie, Allemagne, Hongrie et dans son pays.

Don Joseph-Célestin Mutis, habile médecin et botaniste, en même temps que distingué mathématicien et astronome, chef et directeur actif de l'expédition à la Nouvelle-Grenade, où il étudia la végétation, les mines dont il en exploita quelques-unes, et d'autres branches de sciences naturelles ; s'occupant principalement de la flore de cette région ; dont les matériaux

furent conservés avec beaucoup de soin dans le Jardin botanique de Madrid. Il publia, dans un journal de Santa-Fé-de-Bogota, les premières et très intéressantes études sur les quinquinas; il organisa aussi un observatoire astronomique qu'il dirigea avec beaucoup de talent.

L'abbé Don Joseph-Antoine Cavanilles, professeur-directeur du Jardin botanique de Madrid, réformateur de la classification de Linné, auteur de l'*Icones et Descriptiones plantarum*, ouvrage en six volumes in-folio, avec de nombreuses planches dessinées par lui-même, et des observations sur l'histoire naturelle, la géographie, l'agriculture et la population du royaume de Valence. 2 gros volumes in-folio avec beaucoup de planches faites par le même.

Hippolyte Ruiz et Joseph Pavon, célèbres explorateurs et auteurs de la grandiose flore du Pérou et du Chili; on doit à Ruiz la *Quinquinologie* publiée à Madrid en 1792, ouvrage qui fut traduit en allemand et dans d'autres langues. Il écrivit aussi divers mémoires sur des plantes médicinales publiés par l'Académie royale de Médecine de Madrid.

Don François Balmis, intrépide médecin d'Alicante, réalisa plusieurs voyages scientifiques en Amérique, d'où il apporta l'agave et la bégonie, plantes sur lesquelles il publia, en 1792, un fort intéressant mémoire en leur accordant des propriétés antisyphilitiques. Mais cet insigne compatriote acquit un titre beaucoup plus grand à la reconnaissance de l'Hygiène, car, en 1803, c'est-à-dire à une époque où la découverte de l'immortel Jenner était encore bien combattue, il organisa et dirigea la plus singulière expédition qu'on puisse imaginer; en s'embarquant, le 30 novembre, dans le port de la Corogne, en Galice, avec 22 nourrices et un nombre égal d'enfants. Il se dirigea d'abord aux îles Canaries, de là à Puerto-Rico, Cuba, Caracas, Guatémala; il traversa le Pacifique et continua son œuvre bienfaisante dans les Philippines et les possessions hollandaises et anglaises, ayant fait pendant trois ans plus de 50.000 inoculations de vaccin. Au retour de ce voyage extraordinaire et sans pareil, Balmis obtint du roi Charles IV un décret pour la conservation du vaccin; il publia à ce sujet, en 1814, un règlement très bien pensé. Honneur et gloire au courageux médecin Balmis!

Depuis 1795 jusqu'en 1804, Sessé et Mociño effectuèrent une grande et très utile expédition à la Nouvelle-Espagne, préparée par le roi Charles IV. Le XIX^e^ siècle commence par le fameux Félix Azara, auteur de deux intéressants ouvrages sur les mammifères et les oiseaux, qu'il rapporta du Paraguay et du fleuve de la Plata; le premier ouvrage fut publié en français en 1801, l'autre parut en 1802 et 1805.

Je ne veux pas fatiguer plus longtemps votre bienveillante attention, car ce que je viens de dire suffit, je crois, pour démontrer quelle part les Espagnols ont prise, dès les temps les plus reculés, au mouvement

scientifique, tout en rendant des services signalés et spéciaux à notre Faculté médicale. Quelle plus grande gloire peut-il y avoir pour mon pays que l'introduction du quinquina par les comtes de Chinchon et par leur médecin Don Juan de Vega en 1640?

Peut-on mieux décrire une maladie mentale que ne l'a fait l'immortel Cervantès dans Don Quichotte?

Est-ce que, par exemple, ce ne fut pas Valence, ma patrie, qui, sur les conseils du père Xofré, établit un des premiers asiles d'aliénés de l'Europe en 1409? Est-ce qu'on ne donne pas, déjà dans le très ancien code du *Fuerojuzgo*, dans les lois des Partidas et dans les institutions de l'empereur Charles V, les premiers principes de ce qui, avec le temps, est devenu la médecine légale, ainsi que les règles pour l'exercice de la médecine? Le Cid n'institua-t-il pas, en 1067, le premier lazaret pour guérir la lèpre? Le premier hôpital de campagne ne fut-il pas établi à Grenade par les rois catholiques Ferdinand et Isabelle? C'est aux médecins et aux naturalistes espagnols qu'on doit la connaissance et l'introduction en Europe de la plupart des plantes médicinales américaines. Pourquoi donc l'Espagne, qui a devancé les autres nations dans de nombreuses branches du savoir et spécialement dans la médecine et dans les sciences naturelles, est-elle ignorée et maltraitée injustement? Les causes qui contribuent à ce résultat sont diverses. La moindre n'est pas assurément la coupable indifférence avec laquelle nous regardons tout ce qui intéresse notre propre gloire; nous préférons faire des prouesses et des actions nobles, que de les vanter et d'emboucher pour notre propre cause la trompette de la renommée. Notre situation topographique contribue aussi pour beaucoup à ce qui arrive et que je déplore. Ajoutons à cela les voyages faits à la légère et les ridicules préventions de certains individus qui, fréquentant habituellement sans doute les classes sociales les plus basses, donnent à leurs récits un caractère original et peignent les Espagnols avec les couleurs les plus fantaisistes; quelques-uns même vont jusqu'à les représenter avec ce qu'ils croient être le propre *cothurne*, composé du chapeau qu'on appelle *calanès*, de la ceinture *faja*, du pantalon à cloche dit *bombacho*, auxquels d'autres ne manquent pas d'ajouter le fameux couteau ou *navaja*. Tout cela n'est pas moins ridicule que faux et nous fait sourire nous, les Espagnols, qui sommes vêtus comme tous les peuples civilisés, qui préférons la haute et bonne société à celle des cabarets et des bohémiens, et qui nous intéressons aux progrès scientifiques.

Ont aussi contribué à l'injustice avec laquelle on nous traite : d'un côté, de puériles rivalités nationales, et, de l'autre, les passions politiques qui ont fait naître certaines productions littéraires telles que *Hernani*, inspirées par le désir de tourner en ridicule la grande figure de Charles V, qui jamais n'entra en lutte avec un brigand pour la possession d'une

dame; *Ruy Blas*, *Lucrèce Borgia* qui a été réhabilitée dans son honneur par Grégorovius, etc.

Or, les mêmes préjugés, et une ignorance presque complète des affaires sanitaires espagnoles existant encore en Europe, je remplis un double devoir envers la patrie bien-aimée et le gouvernement de notre jeune et charmant roi Alphonse XIII, en exposant devant cette savante assemblée l'état actuel de notre organisation sanitaire.

Les mesures prophylactiques n'ont pas fait défaut en Espagne depuis les temps les plus reculés; déjà, à l'occasion de la peste de Séville, en 1568, on avait disposé des cordons intérieurs, imposant aux médecins l'obligation de communiquer aux autorités civiles une note détaillée des individus atteints et de ceux qui succombaient à la maladie, dans le but de former une statistique sanitaire telle qu'à cette époque on pouvait la faire; on organisa à Séville des hôpitaux spéciaux et on nettoya la ville.

A Barcelone, le Conseil des Cent faisait exercer une vigilance incessante sur tout ce qui pouvait affecter la santé publique, et le magistrat chargé de ce service pouvait imposer les peines les plus sévères, jusqu'à celle de mort, aux contrevenants des ordonnances sanitaires.

On peut bien dire que c'est de la peste de Marseille, en 1720, que date l'organisation sanitaire de l'Espagne, car c'est alors qu'on créa la Junte suprême de santé, composée des membres du Conseil de Castille. En 1740, on ordonna la formation des listes de médecins et de chirurgiens, et les pharmaciens étaient tenus de soumettre au Protomédicate les formules faites par les médecins. En 1780, le roi Charles IV créa le Collège ou École de Médecine de Madrid, qui porte encore le nom de Saint-Charles; à cette même époque, on organisa le Protochirurganat chargé de faire ou de contrôler l'examen des chirurgiens. En 1757, s'organisa déjà le règlement général de santé qui a servi de base à l'organisation sanitaire actuelle. La Junte ou Comité de Cadix décida, en 1766, la publication des ordonnances sanitaires qui ont été rédigées par D. Benito Puente en 1804. En 1807 et 1811, la Junte suprême de santé du Royaume procéda à l'élaboration du règlement général, qui devint la loi organique de 1813, complétée par les instructions pour les patentes maritimes de 1814, et par un grand nombre d'autres mesures sanitaires.

A l'instigation du Protomédicate, une législation des eaux minérales fut créée par décret royal de 1816, qui limita le nombre des directeurs d'établissements balnéaires; elle fut modifiée en 1834 et existe encore à présent. La loi actuelle de 1855 procède de la réforme sanitaire de 1847; elle date donc de la même époque à peu près que la loi française, qui est de 1848.

Voyons maintenant quelle est l'essence de cette loi qui, il faut l'espérer,

sera bientôt remplacée par celle qui est soumise à la Chambre des députés et approuvée déjà par le Sénat.

L'organisation sanitaire de l'Espagne répond parfaitement à la division territoriale, composée de trois cercles concentriques, savoir : l'État, la province et la commune, qui représente la vraie unité dans l'entité juridique. Le grand cercle est représenté par le ministre de l'Intérieur que nous appelons « de Gobernacion » ; les cercles des 49 provinces ont comme représentants des gouverneurs qui sont les équivalents de vos préfets, et les 10.000 communes à peu près que compte la nation, par les maires auxquels nous donnons le nom arabe d'alcalde (El Cadi). Les ordres et toutes les dispositions suprêmes sont communiqués, sous la responsabilité du ministre, aux gouverneurs, lesquels les transmettent aux alcaldes pour leur exécution. Les trois cercles sanitaires ont un élément consultatif, un élément exécutif et un troisième qui s'appelle d'inspection. L'élément consultatif est représenté par un corps délibérant qui répond à toutes les questions proposées par l'élément exécutif, et il peut, dans certaines circonstances, proposer, de sa propre initiative, tout ce qui lui semble convenable ou nécessaire aux intérêts sanitaires du pays.

Le ministre est secondé dans ses fonctions exécutives par un chef de bureau qu'on nomme Directeur général de santé et de bienfaisance, lequel a sous ses ordres plusieurs employés subalternes, chargés des divers services terrestres, maritimes, de statistique sanitaire, etc.

L'élément inspecteur est représenté par des médecins, des pharmaciens, des vétérinaires et d'autres employés nommés par le ministre, par les gouverneurs et par les maires dans leurs centres respectifs. Ainsi on voit que le pouvoir exécutif représente l'action et en est responsable; que le consultatif propose ou répond aux questions qu'on lui adresse, et que l'inspection examine et illustre l'administration sanitaire dans toutes les circonstances qui peuvent intéresser la santé publique.

L'élément consultatif pour le ministre se compose du Conseil de Santé et de l'Académie royale de Médecine; les gouverneurs et les maires ont aussi une espèce de Conseil qu'on appelle Junta ou, si vous voulez, Comité provincial et municipal de santé. Ainsi on voit que toute résolution de l'élément exécutif porte toujours la garantie du conseil des centres scientifiques parfaitement compétents.

Les gouverneurs ont aussi, sous le rapport sanitaire, des auxiliaires scientifiques : ce sont les délégués des médecins, pharmaciens et vétérinaires ; il y a, en outre, des inspecteurs de denrées médicinales dans les douanes. Les alcaldes ont des médecins et pharmaciens titulaires, des inspecteurs de comestibles, surtout pour la viande, le poisson, etc. Tout cela répond parfaitement aux dispositions établies dans les ordonnances sanitaires toujours en rapport avec les besoins et les exigences des communes.

En qualité de services spéciaux, nous avons aussi un Institut central de vaccination; le corps très respectable des médecins-directeurs des établissements balnéaires et celui de Santé maritime, qui sont régis par un règlement spécial.

La démographie sanitaire a commencé à s'organiser par ordre royal du 8 mai 1801, suivi par des décrets qui datent de 1822, 1828, 1836 et 1837. Elle a été définitivement arrêtée par l'ordre du roi Alphonse XII le 28 juin 1872, ayant adopté pour son exécution les bases approuvées par le Congrès d'hygiène de Buda-Pest, modifiée par le rapport de l'Académie royale de médecine de Madrid. L'excellente législation sanitaire qui régit l'Espagne nous permet de faire le service démographique dans la nation entière, depuis Madrid jusqu'aux plus petits villages, comme le démontrent parfaitement les Bulletins démographiques qu'on publie régulièrement.

Quant à la nouvelle loi, le tableau ci-joint vous donnera une idée de sa structure, dans laquelle rien d'essentiel n'a été oublié.

NOUVELLE LOI SANITAIRE D'ESPAGNE

TITRE Ier

FIN ET EXTENSION DE LA LOI

Division	par sa propre nature	Santé terrestre.
		Santé maritime.
	par son organisme	Administration centrale.
		Administration provinciale.
		Administration municipale.

TITRE II. — Santé terrestre.

CHAPITRE Ier. — HYGIÈNE PUBLIQUE.

1° Aliments et boissons, marchés, établissements bromatologiques.
2° Habitations, établissements publics, maisons pour dormir, constructions civiles.
3° Rues, places, voies publiques, chemins de fer.
4° Hygiène navale, hygiène minière, des forêts, etc.
5° Industries insalubres, industries dangereuses, autres industries.
6° Conduite des eaux potables, évacuation des ordures.
7° Cimetières, transport des cadavres, dépôt, autopsie, inhumation, crémation.
8° Abattoirs, crémation d'animaux, fumiers, marchés aux bestiaux.
9° Dispositions générales.

CHAPITRE II. — ENDÉMIES, ÉPIDÉMIES, ÉPIZOOTIES, CONTAGION.
CHAPITRE III. — SOURCES MINÉRO-MÉDICINALES. — ÉTABLISSEMENTS HYDROTHÉRAPIQUES.
CHAPITRE IV. — VACCINATION ET REVACCINATION.
CHAPITRE V. — DE LA PRATIQUE DES PROFESSIONS MÉDICALES.
CHAPITRE VI. — DE LA VENTE DES MÉDICAMENTS : PHARMACIES ET DROGUERIES.
CHAPITRE VII. — DE L'INSPECTION DES DENRÉES MÉDICALES ET AUTRES.
CHAPITRE VIII. — DE LA STATISTIQUE SANITAIRE ET DE LA DÉMOGRAPHIE.

TITRE III. — Santé maritime.

Chapitre Ier. — Des ports.

1re section.	Déclaration de l'état sanitaire des ports. Visite aux vaisseaux nouveaux. Visite à l'entrée des vaisseaux. Des patentes.
2e section.	De la libre pratique et des quarantaines.
3e section.	Du service sanitaire dans les ports.
4e section.	De la visite à la sortie des vaisseaux.
5e section.	Dispositions générales.

Chapitre II. — Des lazarets.

Section 1re.	Des lazarets d'observation.
Section 2e Des lazarets impurs.	Partie 1re. Conditions de ces lazarets. Partie 2e. De la visite à l'entrée des vaisseaux. Partie 3e. Du régime dans ces établissements. Partie 4e. De la visite à la sortie des vaisseaux.

Chapitre III. — De la statistique sanitaire maritime.

TITRE IV. — Administration sanitaire.

Chapitre Ier. — Administration centrale.

Administration active	Section Ire. Direction générale de santé et de bienfaisance. Section II. Inspection générale de santé publique. Section III. Délégations sanitaires en Orient et en Amérique.
Administration consultative	Section Ire. Du Conseil d'État. Section II. Du Conseil supérieur de santé. Section III. De l'Académie royale de Médecine.

Chapitre II. — Administration provinciale.

Administration active	Section Ire. Inspection médicale, vétérinaire et pharmaceutique. Section II. Inspection des eaux minérales. Section III. Institut de vaccination. Section IV. Inspection des ports et des lazarets impurs.
Administration consultative	Section Ire. Conseils provinciaux de santé. Section II. Académies de Médecine.

Chapitre III. — Administration municipale.

Administration active	Section Ire. Inspection médicale. Section II. Inspection pharmaceutique. Section III. Inspection vétérinaire.
Administration consultative	Section unique. Conseils municipaux de santé.

CHAPITRE IV. — ORGANISATION DU PERSONNEL.

Des aptitudes. — De l'accès dans la carrière. — De l'avancement. — Des droits des employés.

TITRE V. — Des mesures disciplinaires et des peines.

TITRE VI. — Des droits sanitaires.

M. CHANCEL

à Marseille.

SUR LA DÉSINFECTION DES LETTRES TELLE QU'ELLE ÉTAIT PRATIQUÉE AUTREFOIS DANS LE LAZARET DE MARSEILLE

— Séance du 24 septembre 1891 —

La désinfection des correspondances s'opérait autrefois, dans le lazaret de Marseille, soit en les plongeant dans le vinaigre, soit en les fumigeant à l'aide d'un parfum.

Le premier procédé, beaucoup plus ancien, consistait à jeter les lettres une après l'autre, dans un bassin rempli de vinaigre. Ce bassin, construit en pierre dure, était bâti et situé dans l'intervalle des deux grilles qui séparaient le bureau d'arraisonnement des capitaines venant faire leurs déclarations; il était muni d'une ouverture ménagée au delà du grillage et disposée de manière que les lettres et les plis pussent y être jetés avec aisance. Les lettres et les plis devaient être percés avant leur immersion dans le vinaigre.

Cette opération était pratiquée par le capitaine, à qui on remettait un ciseau à deux branches distantes l'une de l'autre de 5 centimètres, avec lequel il perçait doublement, sur un morceau de bois, par un seul coup de marteau, chaque lettre simple, sans endommager le cachet. Il perçait de la même manière les plis en deux endroits différents et même davantage si la grandeur des plis l'exigeait.

De plus, avec un canif ou un couteau, il faisait une incision aux quatre côtés des plis. Le but de ces ouvertures était de faciliter la pénétration du vinaigre dans l'intérieur de la lettre et de pouvoir reconnaître

si elle contenait des objets susceptibles, fils, rubans, ligatures de parchemin, etc.

Le deuxième procédé, celui de la fumigation, était plus particulièrement destiné à désinfecter les dépêches du gouvernement.

On se servait, pour cette opération, d'une grande boîte en tôle, de forme pyramidale, d'une hauteur de 1m.25, ouverte en haut et en bas. L'ouverture inférieure, deux fois plus grande que l'ouverture supérieure, était enfoncée complètement dans un brasier saupoudré de 5 à 600 grammes de la mixture du parfum.

Les papiers à désinfecter étaient roulés et arrangés en forme de tuyaux droits sur une grille disposée à l'intérieur de la boîte à une distance de 35 centimètres de l'ouverture supérieure, et de 90 centimètres de l'ouverture inférieure, de sorte qu'étant suffisamment élevés au-dessus de la braise, ils ne risquaient pas d'être consumés.

On les laissait une demi-heure dans la boîte dont l'extrémité supérieure était fermée hermétiquement par un couvercle pendant toute la durée de l'opération. On les retirait lorsqu'on reconnaissait, à leur teinte jaune et à l'odeur qu'ils exhalaient, qu'ils avaient été suffisamment imprégnés des vapeurs désinfectantes. L'usage de ce parfum, considéré comme le meilleur préservatif de la peste, sans doute à cause du grand nombre de substances qui entraient dans sa composition, fut continué jusqu'en 1803, époque à laquelle on eut recours à la désinfection par le chlore, d'après la méthode guyttonienne, dont l'emploi fut trouvé plus facile, moins dispendieux et surtout plus efficace.

TABLE ANALYTIQUE

Dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p.* se rapportent aux pages de la première partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent à celles de la deuxième partie.

Abcès du foie, p. 288.
—— dentaires, p. 306.
Abri Pageyral, p. 200, * 372.
Absorption du brome, p. 185, * 334.
Accent latin, p. 375, * 976.
Accidents (Secours aux victimes d'), p. 387.
Accommodation en obstétrique, p. 304.
Accouchements (Mécanisme), p. 314.
Accumulateurs, p. 172, * 311.
Acétate neutre de plomb dans la pneumonie, p. 291.
Acide borique dans les vins, p. 345.
—— phosphorique des terres arables, p. 333.
Acides isobutylamidoacétiques, p. 186, * 337.
Aciers durs chromés, p. 186.
Acridiens en Algérie, pp. 241, 338, * 554, * 851.
—— (Parasites des), p. 243, * 554.
Action antiseptique de la série aromatique, p. 286, * 700.
Adénite tuberculeuse, p. 295.
Aération dans la tuberculose, p. 296.
Aérolithe, p. 192, * 339.
Affections infectieuses p. 286, * 700.
Afrique (Traditions du nord de l'), p. 270, * 650.
—— (Revue de l'), p. 346.
Afrique du sud (Flore d'), p. 228, * 512.
Âge de bronze, p. 251.
—— de pierre, p. 271.
Agronomie, p. 331, * 840.
—— (Physiologie en), p. 127.
Air ozonisé, p. 309.
Aire chirurgicale des sinus frontaux, p. 287, * 708.
Aix (Excursion générale à), p. 450.
—— (Insectes fossiles d'), p. 208, * 425.
Albumine de la sueur, p. 307.
Albuminurie physiologique, p. 315.
Alcaloïde du Sangol, p. 189.
Alcool hexilique, p. 191.
Alezais (H.). — Sinus frontaux, p. 287, * 708.
—— Capsules surrénales, p. 325.
Algérie, p. 39.
—— (Acridiens en), p. 241, * 556.
—— —— p. 338, * 851.
—— (Voyage en), p. 346.
—— (Préhistorique d'Oran), p. 254, * 600.
—— (Médecins de colonisation en), p. 390, * 1028.
Alglave. — Discussion sur la question de la 15e Section, p. 367.
Alicante (Protohistoire d'), p. 272.
Aliénés (Crâne des), p. 272.
Allée couverte de Coppières, p. 273.
Allocution du Dr Napias, p. 377.
Alluard. — Professeurs honoraires de Facultés, p. 374, * 965.
Aluminium (Laitons d'), p. 188.
Alpes-Maritimes (Eau tombée sur la côte des), p. 194, * 341.
—— (Gisements pliocènes), p. 208.
—— (Carte géologique), p. 209.
Amans (Dr). — Perfectionnement des hélices aériennes, p. 247, * 574.
Ambre (Question de l'), p. 267.
Amérique (Fossiles de l'), p. 18.
—— (Flore d'), p. 228, * 512.
Amidon dans les champignons, p. 225.
Amnésie post-éclamptique, p. 277, * 661.

Amnésie rétrograde, p. 294.
André. — Appareil nettoyeur des bougies Chamberland, p. 386.
Analyse de lumière, p. 166, * 295.
—— du thé, p. 190.
Anatomie (Pièces sèches d'), p. 172.
André (Ch.). — Diffraction dans les instruments d'optique, p. 182.
—— Eléments météorologiques, p. 198.
Anémomètre (Nouvel), p. 195.
Angine couenneuse, p. 288, * 712.
Angle (Nature de l'), p. 160.
Angles (Pentagrinus des), p. 204, * 402.
Angleterre (Ports de commerce), p. 359, * 882.
Angot. — Régions pluviométriques, p. 196.
—— Pression, température et pluie à Paris, p. 197.
Ankyloses fibreuses, p. 317.
Anémie (Traitement), p. 309.
Anévrismes (Electrolyse), p. 320.
Animaux fossiles de l'Amérique, p. 18.
—— vertébrés du Midi, p. 202, * 382.
—— à vie aquatique, p. 250, * 539.
Anthrax (Traitement), p. 314, * 801.
—— — p. 322, * 819.
Anthropologie, p. 251, * 600.
Antiseptiques dans les endométrites infectieuses, p. 325.
Aorte (Anévrismes de l'), p. 329.
—— (Enregistrement des battements de l'), p. 321.
—— (Rétrécissement), p. 282.
Appareil oxy-éthérique, p. 166.
—— pour les lois du pendule, p. 176.
—— nettoyeur des bougies Chamberland, p. 386.
Apatite de Jumilla, p. 206.
Arenc (Huilerie d'), p. 469.
Arles (Excursion générale à), p. 447.
Année météorologique, p. 194.
Arménie russe (Recherches anthropologiques), p. 266.
Arnoux. — Méthode graphique, p. 160, * 241.
Ararat (Objets ethnographiques), p. 273.
Arnaud (F.). — Ostéomyélite, p. 287.
—— Microbes dans les abcès du foie, p. 310.
—— Abcès du foie à Marseille, p. 310.
—— Capsules surrénales, p. 325.
Artério-sclérose, p. 297.
Arithmétique (Notes d'), p. 157, * 194.
Arthrite tuberculeuse, p. 302.
Asie (Steppes de l'), plantes médicinales, p. 233.
Assainissement de Marseille, p. 388.
Astigmatisme, p. 327.
Assemblée générale, p. 103.
Assistance publique, p. 361, * 911.
Association française, p. 145.
Astros (L. d'). — Syphilis cérébrale p. 303, * 764.
Astros (L. d'). — Hérédo-syphilis, p. 304.
—— Microbes dans les abcès du foie, p. 310.
—— Influence dystrophique de l'hérédo-syphilis sur le cerveau de l'embryon, p. 304, * 770.
Astronomie, p. 147, * 1.
Ataxie locomotrice, p. 284, * 689.
Atrophie ataxique du nerf optique, p. 311.
Aubert. — Respiration des plantes, p. 227, * 492.
—— (A.). — Contagion de la tuberculose, p. 286, * 705.
Auriol, — Phtisie pulmonaire, p. 291, * 728.
Autotypie (Reproduction par), p. 224, * 471.
Avertisseurs électriques, p. 162, * 269.
Aveugles (Ateliers d'), p. 362, * 912.
Azote atmosphérique, p. 60.
—— dans la culture de la vigne, p. 337.
Bachet (Théorème de), p. 157, * 185.
Bacille de la tuberculose, p. 293, * 747.
Bacilles (Développement des), p. 293.
Baille. — Mesures photométriques, p. 172.
Baillehache (de). — Disques d'arrêts, p. 162, * 269.
Bains de vapeur térébenthinés ozonisés, p. 294.
Barbier-Delayens. — Comptabilité, p. 372, * 961.
Baret, p. 125.
Barret. — Géologie du Limousin, p. 210.
Barthe de Sanfort. — Boues médicinales, p. 276.
Barthélemy. — Hache en bronze, p. 252.
—— Trouvaille de Pouilly, p. 252.
—— Camps vitrifiés et calcinés, p. 269.
Basses-Alpes (Céphalopodes des), p. 248.
—— (Reptiles), p. 248, * 583.
Batardeaux en maçonnerie, p. 165, * 279.
Batraciens urodèles, p. 241, * 540.
—— des Basses-Alpes, p. 248, * 583.
Baudoin. — Discussion sur les terres arables, p. 334.
Baux (Coquilles fossiles des), p. 209, * 448.
—— (Miocène des), p. 208.
Bazeries. — Correspondance secrète, p. 155, * 160.
Baraduc. — Biométrie, p. 310.
Barral. — Pathogénie du diabète, p. 288.
Beaujolais (Station d'Odenas), p. 274.
Beauregard (H.). — Orthagoriscus truncatus, p. 245.
Béchamp. — Nomenclature des zymases, p. 184.
—— Matières extraites du lait, p. 188.
—— Fermentation de la fécule, p. 190.
Bedriaga (Dr de). — Larves des Batraciens, p. 241, * 540.
Bellet (D.). — Ports de commerce anglais, p. 359, * 882.
Belloc. — Appareil de sondage, p. 164, * 276.

Bénéfices (Partage des), p. 371, * 939.
Berdellé (Ch.). — Calcul directif, p. 156, * 181.
Berg. — Acides isobutylamidoacétiques, p. 186, * 337.
Berget (A.). — Accélération de la pesanteur, p. 168.
—— Discussion sur la charge des accumulateurs, p. 172.
Bernard (F.). — Travail des enfants, p. 370.
Berrut. — Déviations utérines, p. 304.
Betterave à sucre dans le Midi, p. 343, * 859.
Bidon. — Amnésie post-éclamptique, p. 277, * 657.
—— Hémianopsie, p. 277, * 661.
Bifurcations (Protection des), p. 162, * 269.
Bilharziose en Tunisie, p. 244, * 556.
Biloculines des grands fonds, p. 243.
Biométrie, p. 310.
Blanchard (E.). — Discussion sur la question proposée à la 9e section, p. 235.
Blayac. — Carte géologique de France, p. 209.
Bloch (A.). — Nervosisme, p. 281, * 680.
Blue-Hill (Observatoire de), p. 194, * 346.
Boé. — Hémianopsie homonyme supérieure, p. 277, * 664.
Bœscu. — Discussion sur le déboisement, p. 338.
Boinet. — Ptomaïnes urinaires, p. 281, * 676.
—— Thrombose marastique, p. 285, * 695.
—— Action cardiaque, p. 285.
—— Abcès du foie, p. 288.
—— Atténuation du bacille de la tuberculose, p. 293, * 747.
—— Développement des bacilles, p. 293.
—— Kyste hydatique du foie, p. 301.
—— Hémorragie de la moelle, p. 301, * 756.
—— Fièvre bilieuse au Tonkin, p. 305, * 776.
—— Suc des Euphorbiacées, p. 316.
—— Lèpre au Tonkin, p. 318.
—— Troubles moteurs, p. 319.
—— Carcinome ovarien, p. 326.
—— Ulcère phagédénique du Tonkin, p. 329.
Boisleux. — Grossesse extra-utérine, p. 291.
Boletus Pachypus Fr., p. 225.
Bonnard (P.). — Étude des tumeurs malignes, p. 307, * 785.
—— Les plants américains en Tunisie, p. 341, * 858.
Bonnet (Dr E.). — Collections de l'expédition envoyée à la recherche de La Pérouse, p. 227, * 488.
—— Peste de Marseille, p. 383, * 1006.
Bonnier (G.). — Variations de structure, p. 232, * 521.
Bontems. — Tuberculose, p. 309.
Bore et ses composés, p. 186.
Borelli. — Exposé sur la question proposée à la 14e Section, p. 351.
Botanique, p. 219, * 462.
Bouchard. — Troubles vasculaires, p. 282, * 686.
—— Rhumatisme chronique, p. 283.
Bouches-du-Rhône (Géologie des), p. 211.
—— (Groupe de l'Église des Pennes), p. 254.
—— (Silex néolithiques), p. 270.
—— (Reboisement dans les), p. 344.
Boude et fils (Raffinerie de soufre), p. 469.
Boues médicinales, p. 276.
Bougies Chamberland, p. 386.
Bouland (Pierre). — Diagnostic différentiel et traitement de la scoliose essentielle des adolescents, p. 324, * 829.
Boule (M.). — Fossiles de l'Amérique, p. 18.
Boulé. — Discussion sur le Rhône à Marseille, p. 353.
Bourdillon. — Goître exophtalmique, p. 280.
—— Cyrrhose post-typhoïdique, p. 305.
—— Carcinome ovarien, p. 326.
Bourgery. — Livret d'état civil, p. 360, * 905.
Bourquelot. — L'amidon dans les champignons, p. 225.
—— Matières sucrées dans le champignon, p. 230.
Bourses de session, p. 121.
Boy-Teissier. — Action cardiaque, p. 285.
—— Poumon cardiaque, p. 298.
—— Auscultation rétro-sternale, p. 321.
—— Enregistrement des battements de l'aorte, p. 321.
Brasserie Velten, p. 477.
Brémond (Dr). — Explosion de poussières végétales, p. 384.
—— (G.). — Fibro-myxomes des fosses nasales, p. 328.
—— Discussion sur la friénite, p. 384.
—— — sur le lait et la tuberculose, p. 387.
—— — sur la contagion dans les lavoirs publics, p. 387.
Breittmayer (A.). — Le Rhône à Marseille, p. 351.
Bringuier. — Éléments constitutifs du vin, p. 344, * 868.
Briozoaire cténostome, p. 247.
Brome (Absorption du), p. 185, * 334.
Bronze (Age du), p. 251.
—— (Épée en), p. 252.
—— (Hache en), p. 252.
Bruguière (H.). — Visibilité de la planète Vénus, p. 176, * 320.
—— Corpuscules devant le soleil, p. 177, * 323.

Bruguière (H.). — Un aérolithe, p. 192, * 339.
Bruère. — Traitement de la vendange, p. 344, * 866.
Budget (Dépenses), p. 371.
Bureau de l'Association, p. 107.
—— des 1re et 2e Sections, p. 149.
—— — 3e et 4e — p. 162.
—— de la 5e Section, p. 166.
—— — 6e — p. 183.
—— — 7e — p. 192.
—— — 8e — p. 200.
—— — 9e — p. 219.
—— — 10e — p. 238.
—— — 11e — p. 251.
—— — 12e — p. 276.
—— — 13e — p. 331.
—— — 14e — p. 346.
—— — 15e — p. 359.
—— — 16e — p. 374.
—— — 17e — p. 377.
Butanes (Dérivés des), p. 185.
Butylènes (Dérivés des), p. 185.
Cabadé. — Broncho-pneumonie, p. 308.
Cacheux (E.). — Sauvetage, p. 369.
—— Secours publics et privés en France, p. 387.
Cactus grandiflora (Action cardiaque), p. 285.
Cailler (C.) — Nombre *e*, p. 154, * 83.
Caillol de Poncy. — Lois du pendule, p. 176.
—— Discussion sur la photographie multiple, p. 181.
Calanides d'eau douce, p. 249, * 595.
Calculateur, p. 159.
Calcul directif, p. 156, * 181.
Calvadosia campanulata, p. 243.
Calvisson (Sépultures à), p. 266, * 626.
Camphre des Laurinées, p. 184, * 331.
Camps vitrifiés et calcinés, p. 269.
Canaux lactifères des Composées, p. 223.
—— sécréteurs des Composées, p. 223.
Cancer (Pathogénie), p. 300, * 754.
—— utérin, p. 325.
Canne (Travail de la), p. 383.
Cannes (Excursion à), p. 453.
Capsules métalliques (Fabrique de), p. 476.
—— surrénales, p. 325.
Caraven-Cachin. — Mineurs gaulois du Tarn, p. 208, * 439.
—— Cimetière mérovingien, p. 265, * 622.
Carbone (Dosage du), p. 186.
Carcinome ovarien, p. 326.
Cardiopathies artérielles, p. 297.
Carl Vogt. — Discussion sur la sardine, p. 239.
—— Turbellariée triclade, p. 239.
—— Discussion sur la respiration, p. 244.
Carnot (Cycle de), p. 178.
Carre. — Abaissement temporaire du nez, p. 322, * 817.
—— Traitement de l'anthrax, p. 322, * 819.
Carrière (G.). — Discussion sur le préhistorique du département d'Oran, p. 254.
—— Discussion sur la question de la 11e Section, p. 260.
Carte géologique de la France, p. 209.
—— des déformations du crâne, p. 263.
Casalonga (D.-A.). — Chaleur disparue d'une chaudière à vapeur, p. 177.
—— Cycle de Carnot, p. 178.
—— Circulation cyclique de l'éther, p. 179.
Casthelaz. — Traitement de la vendange, p. 344, * 866.
Castration ovarienne, p. 315, * 805.
—— parasitaire, p. 233.
Catalan (E.) — Notes d'arithmétique, p. 157, * 194.
Catarrhe gastrique, p. 309.
Cathétérisme des voies biliaires, p. 307, * 786.
Catillon. — Injections d'huile créosotée, p. 327.
Caustique du mirage, p. 167.
Cauvet (Ch.) et Cie (capsules métalliques), p. 476.
Cavalier (Problème du), p. 158.
Cavernes des environs de Marseille, p. 207.
Cazeneuve. — Aciers durs, p. 186.
Cazin. — Discussion sur la pathogénie du cancer, p. 300.
Cellules à mucilage des Composées, p. 223.
Céphalopodes des Basses-Alpes, p. 248.
Ceratophyllum (Glandes des), p. 220.
Cercle en géométrie générale, p. 155, * 90.
Chabert (Dr). — Discussion sur la question proposée à la 9e Section, p. 237.
Chaigneau. — Mécaniciens et chauffeurs de la marine, p. 370.
Chaleur, p. 193, * 307.
—— (définition de la), p. 170, * 307.
—— disparue, p. 177.
Chalumeau à essence minérale, pp. 171, 193.
Chamberland (Bougies), p. 386.
Champignolles (Silex de), p. 269.
Champignons (Amidon dans les), p. 225.
Champ visuel (Partie invisible), p. 277, * 661.
Chancel (E.). — Désinfection des lettres, p. 391, * 1055.
Chantre (E.). — Age de bronze, p. 251.
—— Discussion sur la question de la 11e Section, p. 260.
—— Discussion sur les déformations du crâne, p. 264.
—— Recherches anthropologiques, p. 266.
—— Objets ethnographiques, p. 273.
—— Station d'Odenas, p. 274.
Chapplain. — Traitement de la tuberculose, p. 289, * 715.
—— Couveuse Lion, p. 304.
Characées de la Haute-Vienne, p. 221, * 477.
Charente-Inférieure (Grotte de la), p. 268.
Charge des accumulateurs, p. 172, * 311.
Chaudière à vapeur, p. 177.

Chauffeurs de la marine, pp. 370, 461.
Chauvet (G.). — Exposé sur la question proposée à la 11e Section, p. 255, * 613.
—— Discussion sur la géographie préhistorique, p. 267.
—— Discussion sur la grotte du Gros-Roc, p. 269.
—— Discussion sur l'allée couverte de Coppières, p. 273.
Chauvet (P.). — Épée en bronze, p. 252.
Chauzit. — Engrais chimiques appliqués à la vigne, p. 335.
Chavernac. — Coqueluche, p. 315.
Chesnes (G. des). — Reboisement dans les Bouches-du-Rhône, p. 344.
Chiaïs (Dr). — Discussion sur la pluie sur les côtes des Alpes-Maritimes, p. 194.
—— Température à Menton, p. 195, * 349.
—— Nutrition des artério-scléreux, p. 297.
—— Maladies des voies respiratoires, p. 323, * 821.
Chicandard (G.). — Gamme théorique, p. 169, * 301.
Chimie, p. 183, * 331.
—— (Rôle de la), p. 127.
Chine à travers les âges, p. 47.
Chlore (Préparation du), p. 183.
Chlorose, p. 312, * 791.
Chlorure de zinc (Méthode de Lannelongue), p. 308.
Chodat. — Groupe des Polygalacées, p. 219.
Ciel (Lumière diffusée par le), p. 166, * 295.
Cils vibratiles (Endothelium à), p. 240, * 538.
Cimetière mérovingien, p. 265, * 622.
Circulation cyclique de l'éther, p. 179.
Cirrhose du foie, p. 282, * 686.
Civilisation (Crise de la), p. 369, * 923.
Climat de Saint-Raphaël, p. 323.
Clos (D.). — Discussion sur la question proposée à la 9e Section, p. 235.
Clouet. — Grotte du Gros-Roc, p. 268.
Clypéastroïdes, p. 203, * 390.
Cœur (Influence de la grippe), p. 300.
—— (Maladies du), p. 321.
Cognac (Épée en bronze de), p. 252.
Collections botaniques, p. 237, * 525.
Collet. — Géologie des Bouches-du-Rhône, p. 211.
Collignon (Ed.). — Triangles et quadrilatères, p. 153, * 38.
—— Travail des moteurs, p. 158, * 205.
Collin (E.). — Silex à Champignolles, p. 269.
—— Allée couverte de Coppières, p. 273.
Collisions, p. 162, * 269.
Colmatage de la Crau, p. 337, * 840.
Colonisation française en Indo-Chine, p. 382, * 995.
—— (Médecins de) en Algérie, p. 390, * 1028.
Combes. — Alcool hexylique, p. 191.
Comité local de Marseille, p. 113.
Commerce des fleurs, p. 1.
Commissions permanentes, p. 112.
Compagnie du Rio-Tinto, p. 479.
Comptabilité commerciale et industrielle, p. 372, * 961.
Compte rendu financier, p. 145.
Conférences, pp. 1, 18, 39, 47, 60, 79, 393, 429.
—— scolaire de Berlin, p. 375.
Conifère prototypique du Permien, p. 230.
Coniques inscrites, p. 153, * 11.
Conjoncteur-disjoncteur automatique, p. 172, * 311.
Conseil d'administration, p. 107.
Contagion par les lavoirs publics, p. 387, * 1018.
Contre-rails isolés, p. 162, * 269.
Coppières (Allée couverte), p. 273.
Coqueluche (Traitement), p. 315.
Coquilles fossiles des Baux, p. 209.
Cordon spermatique (Tumeur), p. 304, * 774.
Cornée (Sensibilité de la), p. 302, * 761.
Corps gras, p. 185, * 334.
—— naissants (Action thérapeutique), p. 303.
Constante électrique (Mesure de la), p. 176, * 317.
Cordier (H.). — La Chine, p. 47.
Correspondance secrète, p. 155, * 160.
Coste. — Varioles frustes, p. 306, * 782.
Cotteau (G.). — Clypéastroïdes, p. 203, * 390.
—— *Linthia Locardi* dans le miocène des Baux, p. 208.
Cotignac (Le botaniste Gérard de), p. 221.
Cou (Lymphosarcome du cou), p. 314.
Coudray. — Tuberculose chirurgicale, p. 308.
Coutagne (G.). — Faune malacologique, p. 242, * 546.
—— Calcaire et vignes américaines, p. 340, * 853.
Coutaret. — Diathèse rhumatoïdale, p. 309.
Courbaril, p. 246.
Courbes planes, p. 153, * 23.
Courbure (Rayon de), p. 153, * 11.
Couleur par transparence, p. 181.
Couveuse Lion, p. 304.
Crâne (Déformations du), p. 263.
—— des aliénés, p. 272.
Crau (Colmatage de la), p. 337, * 840.
Crétacé inférieur, p. 248.
—— du midi de la France, p. 202, * 378.
Croissance de la sardine, p. 238.
Crova (A.). — Lumière diffusée, pp. 166, 199, * 295.
Crustacés décapodes, p. 248, * 586.
Cryptographe Bazeries, p. 155, * 160.
Cube arithmétique, p. 152, * 8.

Curie (J.). — Batardeaux en maçonnerie, p. 165, * 279.
—— Dépenses du budget, p. 371.
—— Impôt sur le revenu, p. 371.
—— Opinions dans les élections, p. 372, * 947.
Cusenier et *Cie* (Distillerie), p. 478.
Cyanure de mercure (Traitement de l'angine par le), p. 288, * 712.
Cyclamen repandum, p. 227, * 504.
Cycle de Carnot, p. 178.
Cyclones (Théorie des), p. 195.
Cymodocées (Racine des), p. 224, * 472.
Cyrrhose post-typhoïdique, p. 305.
Dax (Boues de), p. 276.
Déboisement et dépopulation, pp. 338, 360, 390, * 1021.
Decaux. — Fruit du courbaril, p. 246.
—— Vers blancs, etc., p. 246.
Décret, p. 1.
Dehérain (P.-P.) — Rôle de la chimie, p. 127.
—— Discussion sur la question proposée à la 13e Section, p. 332.
—— Acide phosphorique des terres arables, p. 333.
—— Discussion sur les engrais chimiques, p. 335.
—— Rôle de l'humus, p. 336.
—— Discussion sur le déboisement, p. 338.
—— Discussion sur l'emploi des fumiers, p. 340.
—— Discussion sur l'action du sel marin, p. 340.
Delahousse. — Ventilation, p. 382, * 987.
Délégués de l'Association, p. 108.
—— des Sections, p. 108.
—— officiels, p. 120.
Delisle (Dr). — Déformations du crâne, p. 263.
Demontzey (P.). — Reboisement des montagnes, p. 79.
Dengue de Syrie et d'Egypte, p. 283.
Dépéret. — Discussion sur les mouvements orogéniques des environs de Marseille, p. 207.
—— Pliocène de Perpignan, p. 210.
Dépopulation et déboisement, pp. 338, 360, 390, * 1021.
Dépôts pliocènes des environs de Montpellier, p. 205, * 405.
Dérivés bromés, p. 185.
Descourtis. — Bains térébenthinés ozonisés, p. 294.
Désinfection des lettres, p. 391, * 1055.
Deux-Sèvres (Géologie des), p. 200, * 370.
Déviation des surfaces équipotentielles, p. 176, * 317.
Déviations utérines, p. 304.
Diabète, p. 317.
—— (Pathogénie du), p. 288.
Diathèse rhumatoïdale, p. 309.
Dicotylées européennes, p. 222.
Différences mêlées, p. 154, * 66.
Diffraction, p. 182.
Diphtérie (Nature bacillaire), p. 278.
Discours, pp. 125, 127, 137, 145.
Disque d'arrêts, p. 162, * 269.
Dissolvant dans les expériences cryoscopiques, p. 188.
Distillerie Cusenier et Cie, p. 478.
Domergue. — Analyse du thé, p. 190.
Donnezan (Découverte de M. le Dr), p. 210.
Douhet (Grotte à), p. 268.
Doumet-Adanson. — Année météorologique, p. 194.
Dordogne (Industrie quaternaire), p. 278.
Dosage du carbone, p. 186.
Drapeyron (L.). — Enseignement classique, p. 346.
Draveil (Ossements quaternaires de), p. 207, * 422.
Dubois (R.). — Protopterus annectens, p. 244.
Dubrandy. — Aération continue dans le traitement de la tuberculose, p. 296.
Duplouÿ. — Tumeurs du cordon spermatique, p. 304, * 774.
Duparc. — Erosion, p. 201.
—— Protogine du Mont-Blanc, p. 205.
Dutailly. — Glandes foliaires des Ceratophyllum, p. 220.
—— Fruit des Composées, p. 223.
Dybowski (J.). — Algérie et Sahara, p. 39.
Dynamomètre universel, p. 174.
Dyschromies, p. 297.
Eau de mer (Pile à), p. 174.
—— douce (Calanides d'), p. 249, * 595.
—— — et saumâtre (Crétacé d'), p. 202, * 378.
—— tombée sur la côte des Alpes-Maritimes, p. 194, * 341.
Eaux et égouts (Régime des), p. 385.
Ebullition, p. 168, * 298.
Echanges gazeux des lichens, p. 225, * 484.
Echarpe (Prises de trains en), p. 162, * 269.
Echecs (Problème d'), p. 158.
Echinodermes (Corps jaunes des), p. 240, * 537.
Ecole supérieure de Commerce de Marseille, p. 459.
Economie politique, p. 359, * 882.
Edentés fossiles, p. 242.
Education dans l'Etat, p. 375.
Egypte (Dengue d'), p. 283.
Elections (Opinions dans les), p. 372, * 947.
—— par les pairs, p. 372.
Electricité et stérilisation de l'eau, p. 382, * 986.
Electrode (Contact d'une) et d'un électrolyte, p. 169, * 304.

Electrolyse médicamenteuse, p. 304.
—— d'anévrismes, p. 320.
Electrolyte (Contact d'une électrode et d'un), p. 169, * 304.
Electrothérapie en France, p. 292.
Eléments météorologiques, p. 198.
—— utiles d'un terrain, p. 341.
Elephas primigenium, p. 244.
Empoisonnement par l'oxyde de carbone, p. 294.
Enclenchements électriques, p. 162, * 269.
Endométrites infectieuses, p. 325.
Endoume (Laboratoire d'), p. 249.
Engrais chimiques appliqués à la vigne, p. 335.
—— d'origine animale, p. 337.
Enseignement classique, p. 346.
—— (Langues anciennes), p. 374, * 966.
—— de la botanique dans les Facultés de Médecine, p. 375, * 970.
Epaisseur (Influence de l') sur la couleur, p. 181.
Epée en bronze, p. 252.
Ephéméridé de grande taille, p. 243.
Epididymo-vésiculectomie, p. 290, * 725.
Epithéliomas-leucoplasie, p. 322.
Epoques paléolithiques et néolithiques, p. 274.
Equations (Intégration des), p. 154, * 66.
—— personnelle, p. 161, * 259.
Errata. — * 1075.
Eruptions lichénoïdes, p. 297.
Erosion dans les rivières torrentielles, p. 201.
Escary. — Problème des trois corps, p. 157.
Espagne (Institutions sanitaires), p. 391, * 1045.
Esparraguina de Jumilla, p. 206.
Espèces animales (Extension, disparition), p. 245, * 557.
Etat civil (Livret d'), p. 360, * 905.
Etats-Unis (Observatoire de Blue-Hill), p. 194, * 346.
Ether (Circulation cyclique de l'), p. 179.
Ethers camphoriques et isocamphoriques, p. 187.
Etranglement (Hernie sans), p. 296.
Etymologie franco-latine, p. 375, * 976.
Eucalyptus (Hybridité des), p. 220, * 462.
Endothelium à cils vibratiles, p. 240, * 538.
Euphorbiacées (Suc des), p. 316.
Euthyplocia Sikorai, p. 243.
Excision (Traitement de l'anthrax), p. 322, * 819.
Excursions : Programme général, p. 445.
—— générale à Arles, p. 447.
—— — à Aix, p. 450.
—— finale, p. 453.
Expansion coloniale, p. 361, * 911.
Expédition à la recherche de La Pérouse, p. 227, * 488.
Expériences cryoscopiques, p. 188.
Explosifs, p. 182.
Explosion des poussières végétales, p. 384.
Extraits organiques animaux (Emploi thérapeutique des), p. 291.
Eyssautier. — Abcès dentaires, p. 306.
Fabrique de capsules métalliques, p. 476.
Fabry (C.). — Franges d'interférence, p. 168.
—— Couleur par transparence, p. 181.
Facultés (Professeurs honoraires), p. 374, * 965.
—— *de Médecine* (Enseignement), p. 375, * 970.
Fallot. — Amnésie rétrograde, p. 294.
—— Zoologie et médecine légale, p. 324.
Fanton. — Transfuseur du sang, p. 328, * 835.
Farnarier (F.). — Silex néolithiques, p. 270.
Faune de l'abri Pageyral, p. 200, * 372.
—— malacologique, p. 242, * 546.
—— — d'Oran, p. 202, * 383.
Faurie (G.) — Laitons d'aluminium, p. 188.
Fauvelle (Dr). — Discussion sur le préhistorique du département d'Oran, p. 254.
—— Discussion sur la question de la 11e Section, pp. 259, 261, * 618.
—— Discussion sur les déformations du crâne, p. 264.
—— Discussion sur la géographie préhistorique, p. 267.
—— Série ancestrale de l'homme, p. 271.
Faveau. — Electrolyse médicamenteuse, p. 304.
Fayel (Dr). — Photomicrographie; pièces sèches d'anatomie, p. 172, * 314.
—— Emploi de la gélatine pour les pièces anatomiques, p. 330.
Fécule (Fermentation de la), p. 190.
Fer (Élimination du) par la peau, p. 304.
Fermentation butyrique, p. 190.
Ferme métallique, p. 163.
Ferments solubles, p. 184.
Féry. — Mesures photométriques, p. 172.
—— Charges des accumulateurs, p. 172, * 311.
Feuilles (Reproduction des), p. 224, * 471.
—— caduques (Magnolia à), p. 230.
Fibromes utérins, p. 315, * 805.
Fibro-myxomes des fosses nasales, p. 328.
Fièvre rémittente bilieuse, p. 305, * 776.
Filhol (H.). — Gisement de la Milloque, p. 242.
—— Edentés fossiles, p. 242.
Finances de l'Association, p. 145.
Fioupe. — Discussion sur l'éclampsie post-puerpérale, p. 283.
Fleurs (Production des), p. 1.
Flora Gallo-Provincialis, p. 221.
Flores d'Amérique, p. 228, * 512.
—— des lacs du Jura, p. 228.
—— mycologique de France, p. 221 * 464.

Flore pliocène, p. 230.
Fock. — De Marseille au Tchad, p. 355, * 874.
—— Transsaharien, p. 369.
Foie (Traitement des abcès du), p. 288.
—— (Kyste hydatique du), p. 301.
—— (Abcès du), p. 310.
Foins des prairies naturelles, p. 339.
Fontan. — Cathétérisme des voies biliaires, p. 307, * 786.
Forces vives (Principes des), p. 179.
—— vive du vent, p. 195.
Formules relatives au triangle, p. 155, * 118.
Fosses nasales (Abaissement des), p. 322, * 817.
—— (Fibro-myxomes), p. 328.
Fossiles de l'Amérique, p. 18.
Fournier. — Géologie des Deux-Sèvres, p. 200, * 370.
—— Géologie des environs de Marseille, p. 202.
—— Cavernes des environs de Marseille, p. 206.
—— Monuments orogéniques des environs de Marseille, p. 207, * 416.
Fournier de Flaix (E.). — Grands ports maritimes, p. 47.
Foyer de fils de platine, p. 193.
—— incandescent sous l'eau, p. 171.
Fracture du tibia, p. 301.
France (Carte géologique de la), p. 209.
—— (Crétacé du midi de la), p. 202, * 378.
—— (Electrothérapie en), p. 292.
—— (Géographie préhistorique de), p. 267, * 631.
—— (Ports intérieurs en), p. 367, * 917.
—— (Régime pluvial en), p. 197.
—— (Sauvetage en), p. 369.
—— (Secours publics et privés en), p. 387.
Franges d'interférence, p. 168.
Friedel. — Ethers camphoriques, p. 187.
Friénite, p. 383.
Fumier, p. 336.
Fumiers (Emploi), p. 339.
Furoncle (Traitement), p. 314, * 801.
Gaches-Sarraute (Mme). — Nettoyage manuel de l'utérus, p. 316, * 812.
Gadeau de Kerville (H.). — Vieux arbres de Normandie, p. 229.
—— Tératogénie entomologique, p. 243.
Galante (E.). — Les Finances de l'Association, p. 145.
Galezowski. — Atrophie ataxique du nerf optique, p. 311.
Gamme théorique, p. 169, * 301.
Gard (*Pentacrinus* des Angles), p. 204, * 402.
—— (Sépulture de Calvisson), p. 266, * 626.
Gassend. — Discussion sur la question proposée à la 13e Section, p. 333.
Gassend. — Discussion sur les terres arables, p. 334.
—— Discussion sur les engrais chimiques, p. 335.
—— Engrais d'origine animale, p. 337.
—— Emploi des fumiers, p. 339.
—— Discussion sur les levures sélectionnées, p. 342.
—— Acide borique dans les vins, p. 345.
—— Déplâtrage des vins, p. 345.
Gaube. — Hydrozimases dans la sueur, p. 307.
Gautier (G.). — Electro-chimie, p. 303.
Gélatine appliquée aux pièces d'anatomie, pp. 172, 330.
Genaille. — Calculateur, p. 159.
—— Vérification des nombres premiers, p. 159.
Géneau de Lamarlière. — Germination des ombellifères, p. 224, * 480.
Génie civil et militaire, p. 162, * 269.
Genis. — Discussion sur les eaux et égouts, p. 386.
—— Assainissement de Marseille, p. 388.
Genre Leitneria Chapm., p. 231.
Germination des ombellifères, p. 224, * 480.
Géodésie, p. 149, * 1.
Géographie, p. 346, * 871.
—— préhistorique de France, p. 267, * 631.
Géologie et *Minéralogie*, p. 200, * 370.
—— de Marseille, p. 202.
—— du Sahara, p. 204.
—— du Limousin, p. 210.
—— des Bouches-du-Rhône, p. 211.
Géométrie générale, p. 155, * 90.
—— du triangle, p. 155, * 130.
Géotropisme, p. 227, * 504.
Géphyriens (Corps jaunes des), p. 240, * 537.
Gérard le botaniste, p. 221.
Gilles. — Electrolyse d'anévrismes, p. 320.
Giraud (P.). — Les Pluies, p. 199, * 355.
—— (Dr F.). — Hôtel des Postes de Marseille, p. 381.
Gisclard (Ct). — Type de ferme métallique, p. 163.
Gisement pliocène, p. 208.
Glandes foliaires des Ceratophyllum, p. 220.
Glaucome (Traitement), p. 311.
Gob (A.). — Série de quadrangles, p. 160, * 232.
Goitre exophtalmique, pp. 280, 281, * 676.
Gomphostrobus heterophylla, p. 230.
Gonnessiat (F.). — Équation personnelle, p. 161, * 259.
Gouland (F.). — L'homme primitif, p. 271.
Goût chez les animaux, p. 240, * 539.
Goutte (Traitement par l'électricité), p. 292.
Gouttes. — Discussion sur l'expansion coloniale, p. 361.

Gouttes. —Action des machines, p. 362.
—— Appareil protecteur pour scies circulaires, p. 391.
Gradient barométrique vertical, p. 193.
Graines (Boîtes pour collections de), p. 345.
Granet (V.). — Tumulus de Rochechouart, p. 253.
Gravas (Cimetière du), p. 265, * 622.
Grippe (Influence sur le cœur), p. 300.
Gros-Roc (Grotte du), p. 268.
Grossesse extra-utérine, p. 291.
Grotte des Troglodytes, p. 268, * 633.
—— du Gros-Roc, p. 268.
Guébhard (Dr). — Photographie multiple, p. 181.
—— Gisement pliocène du mont Boron, p. 208.
—— Carte géologique, p. 209.
Gueirard (Dr). — Observatoire météorologique de Monaco, p. 193.
—— Influence sur la polarisation atmosphérique, p. 193.
Guerne (de). — Calanides d'eau douce, p. 249, * 595.
Guignard (L.). — Discussion sur l'âge de bronze, p. 252.
Guilbault (A.). — Partage des bénéfices, p. 371, * 939.
Guillemot. — Mire, p. 157, * 192.
Gyroscope électrique, p. 173.
Hache en bronze, p. 252.
—— en Italie, p. 266.
—— calcinées et brisées, p. 266, * 630.
Hallopeau (H.). — Tropho-névrose, p. 297.
Hallucination, p. 277, * 661.
Halphen. — Absorption du brome, p. 185, * 334.
Haute-Vienne (Characées de la), p. 224, * 477.
—— Tumulus de Rochechouart, p. 253.
Heckel (E.). — Alcaloïde du Sangol, p. 189.
—— Discussion des Polygalacées, p. 219.
—— Le botaniste Gérard, p. 221.
—— Jardin botanique de Marseille, p. 226.
—— Visite de la propriété de la Rozière, p. 228.
—— Sucs des Euphorbiacées, p. 316.
—— Maladie du frient, p. 383.
Heim (F.). — Leitneria Chapm., p. 231.
—— Sang des Crustacés, p. 248, * 586.
Hélices (Théorie des), p. 160.
—— *aériennes*, p. 247, * 574.
Hélicoptère électrique, p. 175.
Héliogravure (Reproduction par), p. 226, * 471.
Hémianopsie avec hallucinations, p. 277, * 661.
—— homonyme supérieure, p. 277, * 664.
Hémorragie de la moelle, p. 301, * 756.
Hémiplégies palustres, p. 296.
Henry (Ch.). — Olfactométrie, p. 179, * 325.
Hépatite suppurée aiguë, p. 310.
Hérault (Recherches dans l'), p. 203, * 396.
Herscher. — Discussion sur l'Hôtel des Postes, p. 381.
—— Discussion sur les eaux et égouts, p. 385.
—— Stérilisation de l'eau, p. 388.
Hérédité, p. 278, * 667.
Hérédo-syphilis, p. 304.
Hernie chez la femme, p. 296.
Homme primitif, p. 271.
—— (Série ancestrale de l'), p. 271.
Honnorat-Bastide (Ed.-F.). — Reptiles des Basses-Alpes, p. 248.
—— Céphalopodes des Basses-Alpes, p. 248, * 583.
Hôpitaux marins, p. 384.
Hubou. — Ports intérieurs de France, p. 367, * 917.
Huchard (H.). — Artério-sclérose, p. 297.
—— Influence de la grippe, p. 300.
Huile créosotée (Injections), p. 327.
Huilerie d'Arenc, p. 469.
Humidité (Marche diurne de l'), p. 192.
Humus (son rôle), p. 336.
Hybridité des Eucalyptus, p. 220, * 462.
Hydromètre électrique, p. 180.
Hydrozymases dans la sueur, p. 307.
Hyères (Excursion à), p. 453.
—— *Giens* (Sanatorium), pp. 384, 385.
Hygiène et *Médecine publique*, p. 377, * 986.
—— respiratoire, p. 395.
Hypermétropie, p. 327.
Hypophorella expansa, p. 247.
Hystérectomie, p. 325.
Hystérie (Tremblements), p. 279, * 672.
Iles de la rade de Marseille (Faune des), p. 242, * 546.
Imbert de la Touche. — Goutte et rhumatisme, p. 292.
Impaludisme (Troubles moteurs), p. 319.
Impôt sur le revenu, p. 371.
Impression polychrome, p. 181.
Iconographie de Sainte-Anne, p. 254.
Incinération (Sépultures par), p. 266, * 626.
Indo-Chine (Colonisation française), p. 382, * 935.
Industrie quaternaire, p. 270.
Inhalations d'acide sulfureux, p. 291, * 728.
—— d'air ozonisé, p. 309.
Institutions sanitaires en Espagne, p. 391, * 1045.
Intégration des équations, p. 154, * 66.
Interférence (Franges d'), p. 168.
Interpolation, p. 159.
Inscription phénicienne, p. 273.
Insectes fossiles d'Aix, p. 208, * 425.
Instituts d'instruction publique (spécialisme magistral), p. 374.
Instruments d'optique (Diffraction), p. 182.
Invertébrés (Endothelium des), p. 240, * 538.

Islande (Mission en), p. 357, * 878.
Italie (Age du bronze en), p. 251.
—— (Haches en bronze en), p. 251.
Jan Mayen (Mission à), p. 357, * 878.
Jacques (L.). — Nature bacillaire de la diphtérie, p. 278.
Jardin botanique de Marseille, p. 226.
Jeannel (Dr). — Discussion sur les terres arables, p. 334.
—— Perméabilité du sol, p. 336.
—— Déboisement et dépopulation, pp. 338, 360, 390, * 1021.
Jeansoulin et *Luzzatti* (Huilerie), p. 469.
Janssen. — Observatoires de montagnes, p. 1.
Jourdan (E.). — Echinodermes et Géphyriens, p. 240; * 537.
—— Cils vibratiles des Invertébrés, p. 240, * 538.
—— Sens du goût chez les animaux, p. 240, * 539.
Journaux représentés, p. 123.
Julià (S.). — Roches crétaciques, p. 210, * 457.
Jullien et ses fils (Tannerie), p. 472.
Jumelle. — Echanges gazeux des lichens, p. 225, * 484.
Jumilla (Apatite de), p. 206.
—— (Protohistoire de), p. 272.
Jura (Flore des lacs du), p. 228.
Just-Championnière. — Cure radicale de la hernie, p. 296.
—— Discussion sur la valeur des opérations conservatrices dans la tuberculose osseuse, p. 299.
Kemeny (F.). — Conférence scolaire de Berlin, p. 375.
Künckel d'Herculais. — Invasions des Acridiens, p. 241, * 554.
—— Parasites des Acridiens, p. 243.
—— Acridiens en Algérie, p. 338, * 851.
Kurdes (Objets ethnographiques), p. 273.
Kristallviolet (Atténuation des bacilles par le), p. 293, * 747.
Kyste hydatique du foie, p. 301.
La Bédoule (Crétacé de), p. 210, * 457.
Laboratoire de zoologie maritime à Endoume, p. 249.
La Ciotat (Plantes exotiques de), p. 226.
Lacs du Jura, p. 228.
Landesque. — Terrains quaternaires, p. 270.
Laget. — Tabes dorsal ataxique, p. 287.
Laisant (C.-A.). — Triangle arithmétique, p. 152, * 1.
—— Cube arithmétique, p. 152, * 8.
—— Nombres premiers, p. 156, * 165.
—— Interpolation, p. 159, * 222.
Lait de femme et lait de vache, p. 188.
—— et tuberculose, p. 387.
Laitons d'aluminium, p. 188.
Lajard. — Obsidienne de Ténériffe, p. 255.
Lajard.— Discussion sur la question de la 11e Section, p. 258.
Langues anciennes, p. 374, * 966.
Langlois (M.). — Explosifs, p. 182.
Lannelongue (Méthode sclérogène de), p. 308.
Lantier (Dr). — Election par les pairs, p. 372.
Laparotomie, p. 311, * 796.
La Pérouse (Collection de l'expédition envoyée à la recherche de), p. 227, * 488.
Laplane. — Hémiplégies palustres, p. 296.
Larat. — Electrothérapie, p. 292.
—— Tropho-névrose, p. 297.
Laroque (de). — Discussion sur les terres arables, p. 334.
La Rozière (Visite à), p. 228.
Latex chez les Papavéracées, p. 231, * 516.
Latil (V.). — Moelle épinière, p. 278, * 667.
Laurinées (Camphre des), p. 184, * 331.
Lavoirs publics (Contamination par), p. 387, * 1018.
Lazaret de Marseille, p. 391, * 1055.
Lebel. — Alcool hexylique, p. 191.
Léger. — Latex chez les Papavéracées, p. 231, * 516.
Leloir. — Scrofulo-tuberculose, p. 330.
Lemoine (E.). — Formules relatives au triangle, p. 155, * 118.
—— Géométrie du triangle, p. 155, * 130.
Lentilles à base de magnésie, p. 106.
Léotard (J.). — Température à Marseille, p. 193, * 340.
—— Diminution du relief terrestre, p. 203, * 387.
—— Espèces animales, p. 245, * 557.
—— Rapidité des communications, p. 346, * 871.
—— Revue de l'Afrique, p. 346.
—— Mont Canigou vu de Marseille, p. 357.
Lépine (R.). — Pathogénie du diabète, p. 288.
Lèpre au Tonkin, p. 318.
Lesage. — Action du sel marin sur les plantes, p. 228, * 505.
—— Le sel marin et les plantes, p. 341.
Les Baux (Excursion), p. 447.
Lettres (Désinfection des), p. 391, * 1055.
Levat. — Mouvement giratoire du camphre des laurinées, p. 184, * 331.
Levure de bière (Action sur les bacilles), p. 293.
—— — sélectionnées dans la vinification, p. 342.
Lichens (Echanges gazeux des), p. 225, * 484.
Lignier. — Discussion sur la question proposée à la 9e Section, p. 235.
Limnologie jurassienne, p. 347.
Limousin (Géologie du), p. 210.

Linthia Locardi du miocène des Baux, p. 208.
Lion (Couveuse), p. 304.
Liste des bienfaiteurs, p. XVI.
—— — fondateurs, p. XVII.
—— — membres à vie, p. XXIV.
—— générale des membres, p. XXXVI.
—— des délégués officiels, p. 120.
—— — savants étrangers, p. 120.
—— — bourses de session, p. 121.
—— — Sociétés savantes, p. 121.
—— — journaux, p. 123.
Littoral méditerranéen (Eaux et égouts), p. 385.
Livret d'état civil, p. 360, * 905.
Lobel (de). — Photographies, p. 274.
Lodève (Permien de), p. 230.
Logarithmes à 8 décimales, p. 160.
Longchamps (G. de). — Rayon de courbure, p. 153, * 11.
—— Sommets dans les courbes, p. 153, * 23.
Lot (Industrie quaternaire), p. 270.
Lot-et-Garonne (Vertébrés fossiles), p. 242.
Louge. — Ophtalmoscope en ostéologie, p. 313.
Lugol. — Discussion sur la question proposée à la 13e Section, p. 332.
—— Discussion sur les terres arables, p. 334.
—— Culture de la vigne, p. 337.
—— Discussion sur les engrais animaux, p. 337.
—— Discussion sur l'emploi des fumiers, p. 340.
—— Discussion sur les éléments utiles d'un terrain, p. 341.
—— Discussion sur le mildew, p. 343.
Lumière bleue du ciel, p. 166, * 295.
—— diffusée, p. 199.
Luxations irréductibles du pouce, p. 294.
Lymphosarcome du cou, p. 314.
Macé de Lépinay. — Caustique du mirage, p. 167.
Machine humaine, p. 360, * 902.
—— (Action des), p. 362.
Madagascar (Ephéméridé de), p. 243.
Magitot. — Discussion sur le crâne des aliénés, p. 272.
Magnolia pliocène, p. 230.
Magnésie (Lentilles à base de), p. 166.
Magnin (Dr). — Flore des lacs du Jura, p. 228.
—— Castration parasitaire, p. 233.
—— Limnologie jurassienne, p. 347.
Main (La), p. 270.
Mairet et **Bosc**. — Toxicité de l'urine pathologique, p. 296, * 749.
—— Toxicité urinaire, p. 296, * 752.
Maladie du frient, p. 383.
Malinvaud. — Characées de la Haute-Vienne, p. 224, * 477.
Malleville. — Pompe élévatoire, p. 180.
Mangeot (S.). — Surfaces de symétrie, p. 159, * 224.
Mannite (Dérivé de la), p. 191.
Manuel de conversation en trente langues, p. 356.
Maquenne. — L'azote atmosphérique, p. 60.
Marche diurne de l'humidité, p. 192.
Marées de la Méditerranée, p. 165, * 287.
Marégraphe de Marseille, p. 165, * 287.
Marignan (Dr). — Sépultures néolithiques, p. 266, * 626.
—— Discussion sur des recherches anthropologiques, p. 266.
Marine (Mécaniciens et chauffeurs), pp. 370, 461.
Marion. — Permien de Lodève, p. 230.
—— Flore pliocène, p. 230.
—— La sardine dans le golfe de Marseille, p. 238.
—— Discussion sur les vers blancs, p. 346.
Marquez. — Acétate neutre de plomb dans la pneumonie, p. 291.
Marseille (Comité local), p. 113.
—— (Marégraphe de), p. 165, * 287.
—— (Température à), p. 193, * 340.
—— (Géologie de), p. 202.
—— (Caverne des environs de), p. 206.
—— (Mouvements orogéniques des environs de), p. 207, * 416.
—— (Jardin botanique de), p. 226.
—— (Flore pliocène des environs de), p. 230.
—— (Sardines du golfe de), p. 238.
—— (Faune de), p. 242, * 546.
—— (Calvadosia campanulata), p. 243.
—— (Inscription phénicienne de), p. 273.
—— (Dengue à), p. 283.
—— (Fréquence des abcès du foie), p. 310.
—— (Emploi des balayures de), p. 337, * 840.
—— (Rhône à), p. 351.
—— au Tchad (de), p. 355, * 874.
—— (Mont Canigou vu de), p. 357.
—— (Ateliers d'aveugles), p. 362, * 912.
—— (Cours de mécaniciens et chauffeurs de la marine), p. 370.
—— (Peste de), p. 383, * 1006.
—— (Vie humaine à), p. 383, * 999.
—— (Assainissement de), p. 388.
—— (Lazaret de), p. 391, * 1055.
—— industriel et commercial, p. 429.
—— (Soirées à), p. 458.
—— (École supérieure de Commerce), p. 459.
—— (Tannerie Jullien), p. 472.
—— *l'Estaque* (Société de), p. 474.
Martigues (Excursion à), p. 450.
Martin (Jules). — Exposé sommaire sur la question proposée à la 15e Section, p. 353.

Martinand. — Levures sélectionnées dans la vinification, p. 342.
Massénat. — Époque du renne, p. 274.
Mathématiques, p. 149, * 1.
Matheron. — Crétacé du midi de la France, p. 202, * 378.
—— Animaux vertébrés du midi de la France, p. 201, 382.
Matrot. — Théorème de Bachet, p. 157, * 185.
Maurel. — Hautes températures fébriles, p. 279.
—— Hygiène respiratoire, p. 295.
Mécaniciens de la marine, pp. 370, 461.
Mécanique, p. 149, * 1.
Médecine, p. 276, * 657.
—— *légale* (Zoologie appliquée à la), p. 324.
Méditerranée (Marées de la), p. 165, * 287.
Mendizabal-Tamborrel (de).—Tables de logarithmes, p. 160.
Méningite (Fausse) tuberculeuse, p. 289.
Menton (Température à), p. 195, * 349.
—— (Excursion à), p. 453.
Mer (Son influence sur la polarisation atmosphérique), p. 193.
Mergier. — Optomètre pour la mesure des amétropies, p. 327.
Mer Rouge (Géologie du Sahara sur les côtes de la), p. 204.
Mesures photométriques, p. 172.
Méthode graphique en mathématiques, p. 160, * 241.
Météorologie, p. 192, * 339.
Meurthe (Hache des alluvions de la), p. 252.
Microbes dans les abcès du foie, p. 310.
Microcoques dans la thrombose marastique, p. 285, * 695.
Midi de la France (Crétacé du), p. 202, * 378.
—— (Betterave à sucre), p. 343, * 859.
Mildew (Traitement), p. 343.
Milliot (Dr). — Discussion sur la friénite, p. 384.
—— Médecine de colonisation en Algérie, p. 390, * 1028.
Milloque (Gisement de La), p. 242.
Mines gauloises du Tarn, p. 208, * 439.
Mineurs gaulois du Tarn, p. 208, * 439.
Minoterie Moricelly, p. 472.
Miocène des Baux, p. 208.
Mirage (Caustique du), p. 167.
Mire indépendante de la température, p. 157, * 192.
Mireur. — Discussion sur l'Hôtel des Postes, p. 381.
—— Discussion sur les eaux et égouts, p. 385.
—— Contagion dans les lavoirs publics, p. 387, * 1018.
Mission en Islande, p. 357, * 878.
Mixture fluoro-iodique dans la tuberculose, p. 330.
Moelle épinière, p. 278, * 667.
—— (Hémorragie de la), p. 301, * 756.
Molaire d'Élephas primigenium, p. 244.
Monaco (Observatoire de), p. 193.
—— (Excursion à), p. 453.
Monnory. — Ébullition. p. 168, * 298.
Monographie géologique des Deux-Sèvres, p. 200, * 370.
Morel (M.). — Voyage en Algérie, p. 346.
—— Assistance publique, p. 361, * 911.
—— (Savonnerie Ch.), p. 463.
Moricelly (J.) aîné (Minoterie), p. 472.
Mortillet (Gabriel de). — Discussion sur l'âge du bronze, p. 252.
—— Discussion sur une épée en bronze, p. 252.
—— Discussion sur les tumulus de Rochechouart, p. 253.
—— Discussion sur le préhistorique du département d'Oran, p. 254.
—— Discussion sur la question de la 11e Section, p. 259.
—— Discussion sur la grotte du Gros-Roc, p. 269.
—— Discussion sur les silex néolithiques, p. 271.
—— Discussion sur la série ancestrale de l'homme, p. 272.
—— (Adrien de). — Haches en bronze en Italie, p. 251.
Mossé. — Pneumonie, p. 284, * 692.
Moteurs (Travail des), p. 158, * 205.
Mont Blanc (Protogine du), p. 205.
—— (Gisement du), p. 208.
Mont Canigou vu de Marseille, p. 357.
Mont Ventoux (Observations au), p. 246, * 566.
Montagnes (Observatoires de), p. 1.
—— (Reboisement des), p. 79.
Montaz. — Luxations irréductibles du pouce, p. 294.
Montgrand (Mis de). — Chaleur, pp. 170, 193, * 307.
Montpellier (Dépôt pliocène des environs de), p. 205, * 405.
Montreuil-sur-Epte (Allée couverte), p. 273.
Montricher (H. de). — Colmatage de la Crau, p. 337, * 840.
—— Vie humaine à Marseille, p. 383, * 999.
—— Discussion sur les eaux et égouts, p. 386.
Monuments préhistoriques, p. 274.
Mortalité de la première enfance, p. 389.
Mouvement giratoire du camphre des laurinées, p. 184, * 331.
—— *orogéniques* des environs de Marseille, p. 207, * 416.
Multiplication (Table de), p. 159.
Murcie (Apatite de Jumilla), p. 206.

Murcie (Protohistoire), p. 272.
Musique (Réforme de la), p. 169.
—— (Révolution « part égale »), p. 375.
Myopie, p. 327.
Myriophyllum (Glandes des), p. 220.
Nancy (Hache de bronze à), p. 252.
Napias (Dr). — Allocution, p. 377.
—— Discussion sur la friénite, p. 384.
Naphtol camphré en injections, p. 295.
Navigation, p. 162, * 269.
—— *aérienne*, p. 171.
—— — par le plus lourd que l'air, p. 175.
—— maritime (système nouveau), p. 174.
Nepveu. — Parasites du sang, p. 286, * 699.
—— Pathogénie du cancer, p. 300, * 754.
Nerf optique (Atrophie ataxique), p. 311.
Nervosisme (Pathologie du), p. 281, * 680.
Neuberg (J.). — Problème, p. 156, * 168.
Neurasthénie (Non-valeur), p. 281, * 680.
Nez (Abaissement temporaire), p. 322, * 817.
Nicaise. — Arthrite tuberculeuse, p. 302.
Nicati (Dr). — Unité photométrique, p. 172, * 310.
—— scléro-iritomie, p. 311.
—— Photomètre à réflexion, p. 383.
Nice (Gisement pliocène près de), p. 208.
—— (Excursion à), p. 453.
Nicolas. — Analyse du thé, p. 190.
—— Insectes fossiles d'Aix, p. 208, * 425.
—— Coquilles fossiles des Baux, p. 209, * 448.
—— Observations au sommet du Ventoux, p. 246, * 566.
Niepce. — Climat de Saint-Raphaël, p. 323.
Normandie (Vieux arbres de), p. 229.
Nombre e, p. 154, * 83.
—— *premiers* (Table des), p. 156, * 165.
—— — (Vérification des), p. 159.
Nomenclature des zymases, p. 184.
Nottelle. — Crise de la civilisation, p. 369, * 923.
Nuages (Hauteur et vitesse des), p. 194, * 346.
Nutrition (Troubles), p. 302, * 761.
Nutrition des artério-scléreux, p. 297.
Objets ethnographiques, p. 273.
Observations de passages, p. 161, * 259.
—— entomologiques, p. 246, * 566.
Observatoires de montagnes, pp. 1, 193.
—— météorologiques, p. 193.
—— de Blue-Hill, p. 194, * 346.
Obsidiennes de Ténériffe, p. 255.
Obstétrique (Accommodation en), p. 304.
Ocagne (M. d'). — Nomographie, p. 156.
Océan atlantique (Géologie du Sahara sur les côtes de l'), p. 204.
Océanographie, p. 39.
Oddo (C.). — Tremblements hystériques, p. 279, * 672.
Oddo (C.). — Saturnisme aigu, p. 304.
Olfactométrie, p. 179, * 325.
Ollier. — Tuberculose osseuse, p. 299.
Ollivier. — Fausse méningite tuberculeuse, p. 289.
Oltramare (G.). — Intégration des équations, p. 154, * 66.
Ombellifères (Germination des), p. 224, * 480.
Onimus. — Extraits organiques animaux, p. 291.
Optomètre pour la mesure des amétropies, p. 327.
Ophtalmoscope en ostéologie, p. 313.
Oran (Faunes malacologiques), p. 202, * 383.
—— (Troglodytes d'), p. 268, * 633.
—— (Préhistorique d'), p. 254, * 600.
Orthagoriscus truncatus, p. 245.
Orygmatoscope électrique, p. 174.
Ossements quaternaires de Draveil, p. 217, * 422.
Ostéologie (Ophtalmoscope en), p. 313.
Ostéomyélite à staphylocoques, p. 287.
Otto (M.). — Loi des répulsions électriques, p. 177.
—— Hydromètre électrique, p. 180.
Ouvriers (Partage des bénéfices), p. 371, * 939.
Oxyde de carbone (Empoisonnement), p. 294.
Pageyral (Abri), p. 200, * 372.
Palais (Paralysie du voile), p. 284, * 689.
Palettes propulsives animales, p. 247, * 574.
Pallary. — Faunes malacologiques des environs d'Oran, p. 202, * 383.
—— Préhistorique dans le département d'Oran, p. 254, * 600.
—— Grotte des Troglodytes, p. 263, * 633.
—— La main, 270, * 650.
Paludiques (Sang des), p. 286, * 699.
Papavéracées (Latex chez les), p. 232, * 516.
Paquelin (C.-A.). — Thermo-cautère de 1876, pp. 170, 303.
—— Chalumeau à essence minérale, pp. 171, 193.
Paralysie du voile du palais, p. 284, * 689.
—— générale, p. 317.
Paris (Les fleurs à), p. 1.
—— Port de mer, 47.
—— (Pluie à), p. 197.
Parasites du sang, p. 286, * 699.
Parasitisme transitoire, p. 239.
Pamard (Dr). — Mortalité de la première enfance, p. 389.
Parmentier (Gal). — Problème du cavalier, p. 158.
Passages (Observations de), p. 161, * 259.
Passy (F.). — Machine humaine, p. 360, * 902.
—— Liberté de la pornographie, p. 370, * 932.
Pathogénie du diabète, p. 288.

Pathogénie du cancer, p. 300, * 754.
Paturel. — Discussion sur les terres arables, p. 334.
Pavot. — Étymologie franco-latine. p. 375, * 977.
Pédagogie, p. 374, * 965.
Pellin. — Lampe oxhydrique, p. 166.
——. Appareil oxy-éthérique, p. 167.
Pendule (Lois du), p. 176.
Pentacrinus des Angles, p. 204, * 402.
Pennès. — Mixture fluoro-iodique, p. 330.
Pennes (Groupe de l'église des), p. 254.
Perméabilité du sol, p. 336.
Permien de Lodève, p. 230.
Perot (A.). — Réfraction des surfaces équipotentielles, p. 176, * 317.
—— Déviation des surfaces équipotentielles, p. 176, * 317.
Perpignan. (Pliocène de), p. 210.
Perrin. — Lymphosarcome, p. 314.
—— Épitheliomas-leucoplasie, p. 322.
Pesanteur (Accélération), p. 168.
Peste de Marseille, p. 383, * 1006.
Petit (L.-H.). — Pronostic et traitement de la tuberculose, p. 290, * 737.
—— Discussion sur l'hygiène respiratoire, p. 295.
—— Scoliose des adolescents, p. 312.
Peugeot. — Éducation dans l'État, p. 375.
Phénol considéré comme dissolvant, p. 188.
Phénomènes capillaires, p. 168, * 298.
Phlegmatia alba dolens, pp. 312, 326.
Phosphorites (Édentés fossiles des), p. 242.
Photographie multiple, p. 181.
—— et impression polychrome, p. 181.
—— de pièces d'une collection, p. 275.
Photomètres oxyopiques, p. 172, * 310.
—— à réflexion, p. 383.
Photomicrographie, p. 172, * 314.
Photo (Le), unité physiologique, p. 172, * 310.
Phtisie pulmonaire, p. 291, * 728.
—— (Traitement), p. 327.
Physiologie en agronomie, p. 127.
Physique, p. 166, * 295.
Piano arithmétique, p. 159.
Pichou (Alfred). — La conservation de la vie humaine, p. 390.
Pile à eau de mer, p. 174.
Pièces sèches d'anatomie, p. 172.
—— *anatomiques* (Restitution de la laxité), p. 330.
Pineau (Dr). — Haches calcinées et brisées, p. 266, * 630.
—— Question de l'ambre, p. 267.
—— Géographie préhistorique de France, p. 267, * 631.
Planchon. — Plantes médicinales, p. 233.
Planète Vénus, p. 175, * 320.
Plants américains en Tunisie, p. 341, * 858.
Plantes exotiques de La Ciotat, p. 226.
—— grasses, p. 227, * 492.
—— médicinales, p. 333.
Platine incandescent sous l'eau, p. 171.
Plomb (Élimination par la peau), p. 304.
Pluie à Paris, p. 197.
—— (Étude des), p. 199, * 355.
Pliocène de Perpignan, p. 210.
Pneumonie, pp. 284, 291, * 692.
Poincaré (L.). — Différence de potentiel, p. 169, * 304.
Poisson (J.). — Discussion sur la question proposée à la 9e Section, p. 237.
—— Collections botaniques, * 525.
Polarisation atmosphérique, p. 193.
Polygalacées, p. 219.
Polyporées, p. 225.
Pompe élévatoire, p. 180.
Pornographie (Liberté de la), p. 370, * 932.
Port-de-Bouc (Excursion à), p. 450.
Ports maritimes, p. 47.
—— de commerce anglais, p. 359, * 882.
—— intérieurs de France, p. 367, * 917.
—— (Visites des), p. 458.
Postes et télégraphes (Hôtel des), à Marseille, p. 381.
Potentiel (Différence de), p. 169, * 304.
Pouce (Luxations irréductibles), p. 294.
Pouilly (Trouvaille de), p. 252.
Poussié. — Mécanisme des accouchements, p. 314.
—— Unification de translitération, p. 356.
—— Manuel de conversation en trente langues, p. 356.
Poussières végétales (Explosion), p. 384.
Prado (Serres de la villa Darier au), p. 228.
Prairies naturelles (Foins), p. 339.
Préaudeau (de). — Répartition des transports, p. 360, * 888.
Préhistorique d'Oran, p. 254, * 600.
Première enfance (Mortalité), p. 389.
Préparation du chlore, p. 183.
Présidents des Sections, p. 108.
Pression, température, pluie à Paris, p. 197.
Principe des forces vives, p. 179.
Prioleau. — Troubles de nutrition, p. 302, * 761.
Problème (Extension d'un), p. 156, * 168.
—— du cavalier, p. 158.
—— des trois corps, p. 157.
—— de l'interpolation, p. 159, * 222.
Procès-verbaux des 1re et 2e Sections, p. 149.
—— des 3e et 4e Sections, p. 162.
—— de la 5e Section, p. 166.
—— — 6e — p. 183.
—— — 7e — p. 192.
—— — 8e — p. 200.
—— — 9e — p. 219.
—— — 10e — p. 238.
—— — 11e — p. 251.
—— — 12e — p. 276.
—— — 13e — p. 331.

Procès-verbaux de la 14e Section p. 346.
—— de la 15e Section p. 359.
—— — 16e — p. 374.
—— — 17e — p. 377.
Produits chimiques (Société de), p. 479.
Professeurs honoraires de Facultés, p. 374, * 965.
Pronostic de la tuberculose, p. 290, * 737.
Propathies cardiaques, p. 284. * 692.
Protogine du Mont Blanc, p. 205.
Protohistoire de Jumilla, p. 272.
Protopterus annectens, p. 244.
Prouho (H.). — Hypophorella expansa, p. 247.
Provence (Maladie du frient), p. 383.
Ptomaïnes urinaires, p. 280, * 676.
Puits d'extraction de silex, p. 269.
Pulligny (J. de). — Marées de la Méditerranée, p. 165, * 287.
Pulvérisations phéniquées (Traitement par), p. 314, * 801.
Quadrangles (Série de), p. 160, * 232.
Quadrilatères, p. 153, * 38.
Quadriques, p. 159, * 224.
Queirel. — Discussion sur l'éclampsie postpuerpérale, p. 283.
—— Hystérectomie dans le cancer utérin, p. 325.
—— Lait et tuberculose, p. 387.
Quélet. — Flore mycologique de France, p. 221, * 464.
Question proposée à a discussion des 1re et 2e Sections, p. 149.
—— de la 8e Section, p. 211.
—— — 9e — p. 235.
—— — 11e — p. 275.
—— — 13e — p. 331.
—— — 14e — p. 351.
—— — 15e — p. 363.
—— — 13e — au Congrès de Pau 1892, p. 345.
—— — 17e — au Congrès de Pau 1892, p. 392.
Rabot. — Mission en Islande, p. 357, * 878.
Racine des Cymodocées, p. 224, * 472.
Raffinerie de soufre Boude, p. 469.
Ragache. — Nature de l'angle, p. 160.
Ragona. — Marche de l'humidité, p. 192.
—— Observatoires météorologiques, p. 193.
Raulin (V.). — Régime pluvial, p. 197.
Raoult. — Phénol considéré comme dissolvant, p. 188.
Raphanus sativus, p. 228.
Rapidité des communications, p. 346, * 871.
Raymond. — Fibromes utérins, p. 315, * 805.
Raymondaud. — Colonisation française en Indo-Chine, p. 382, * 995.
Rayon de courbure, p. 153, * 11.
Reboisement des montagnes, p. 79.
Reboisement dans les Bouches-du-Rhône, p. 344.
Reboul (E.). — Dérivés bromés des butylènes, p. 185.
—— (Dr.) — Adénites tuberculeuses, p. 295.
—— Tuberculose du testicule, p. 295.
—— Endométrites infectieuses, p. 325.
Réflexion (Photomètre oxyopique), p. 383.
Réforme de la musique, p. 169.
Réfraction des surfaces équipotentielles, p. 176, * 317.
Régime pluvial, p. 197.
Régions pluviométriques, p. 196.
Règlement, p. VII.
Regnard (Dr P.). — La vie dans les eaux, p. 393.
Relief terrestre, p. 203, * 387.
Renée-Sabran (Sanatorium), pp. 384, 385.
Renne (Epoque du), p. 274.
Reproduction de la sardine, p. 238.
Reptiles des Basses-Alpes, p. 248, * 583.
Répulsions électriques, p. 177.
Respiration des plantes, p. 227, * 492.
—— (Mécanisme de la), p. 244.
Rey (Dr Ph.). — Crâne des aliénés, p. 272.
—— Discussion sur l'éclampsie postpuerpérale, p. 283.
—— Paralysie générale et diabète, p. 317.
—— (Dr M.). — Accommodation en obstétrique, p. 304.
Rhumatisme chronique, p. 283.
—— Traitement par l'électricité, p. 292.
Rhône (Station d'Odenas), p. 274.
—— à Marseille, p. 351.
Ricard. — Réforme de la musique, p. 169.
—— Révolution « part égale » de la musique, p. 375.
Richard frères. — Nouvel anémomètre, p. 195.
—— (Jules). — Calanides d'eau douce, p. 249, * 595.
Rietsch. — Levures sélectionnées dans la vinification, p. 342.
Rio-Tinto (Compagnie de), p. 479.
Risler (E.). — Exposé sommaire de la question proposée à la 13e Section, p. 331.
Rivière (E.). — Abri Pageyral, p. 200, * 372.
—— Recherches dans l'Hérault, p. 203, * 396.
—— Ossements quaternaires de Draveil, p. 209, * 422.
Rivières torrentielles, p. 201.
Rochechouart (Tumulus de), p. 253.
Roches crétaciques, p. 210, * 457.
Rolland (G.). — Géologie du Sahara, p. 204.
Roscoff (Trématodes monogénèses), p. 247, * 571.

Rotch (A.-L.). — Hauteur et vitesse des nuages, p. 194, * 346.
Rousseau (Dr H.). — Discussion sur la question présentée à la 9e Section, p. 237.
—— Boîtes pour collections de graines, p. 345.
Rouvier. — Eclampsie postpuerpérale, p. 283.
—— La dengue, p. 283.
—— Discussion sur la grossesse extra-utérine, p. 292.
Roux (Ch.-J.). — Marseille industriel et commercial, p. 429.
Roux de Brignoles (père). — Affections infectieuses, p. 286, * 700.
—— Discussion sur l'ulcère phagédénique, p. 329.
—— (fils). — Fracture du tibia, p. 301.
Ruelle (de). — Angine couenneuse, p. 288, * 712.
Sabatier (P.). — Bore et ses composés, p. 186.
—— Séléniure de silicium, p. 187.
—— Discussion sur les levures sélectionnées, p. 342.
—— Traitement du mildew, p. 343.
Sahara, p. 39.
—— (Géologie du), p. 204.
Sagnier. — Destruction des vers blancs, p. 340.
Saint-Raphaël (climat de), p. 323.
—— (Excursion à), p. 453.
Saint-Remy (Coquilles fossiles de), p. 209, * 448.
—— (Excursion à), p. 447.
Saint-Remy (G.). — Trématodes monogénèses, p. 247, * 571.
Saint-Vallier-de-Thiey (Carte géologique des environs de), p. 209.
Sainte-Anne (Iconographie de), p. 254.
Sainte-Catherine (Silex néolithique de), p. 270.
Salaires et travail, p. 370, * 930.
Sambuc. — Flores d'Amérique et d'Afrique du sud, p. 228, * 512.
Sanatorium Renée-Sabran, pp. 384, 385.
Sang des crustacés, p. 248, * 586.
—— *des paludiques*, p. 286, * 699.
—— (Transfuseur de), p. 328, * 835.
Sangol (Alcaloïde du), p. 189.
Sardine du golfe de Marseille, p. 238.
Saporta (Mis de). — Discussion sur l'hybridité des Eucalyptus, p. 220.
—— Dicotylées européennes, p. 222.
Saturnisme aigu, p. 304.
Sauterelles en Algérie, p. 241, * 554.
Sauvageau. — Racine des Cymodocées, p. 224, * 472.
Sauvetage, p. 369.
Savants étrangers, p. 120.
Savonnerie de Mme Ch. Morel, p. 463.
Schlagdenhauffen (F.). — Alcaloïde du Sangol, p. 189.
Schlumberger. — Discussion sur la sardine, p. 239.
—— Biloculines des grands fonds, p. 243.
Schnell. — Paralysie du voile du palais, p. 284, * 689.
Schœlcher (Cel). — Théorie des hélices, p. 160.
Schoute (P.-H.). — Problème, p. 156, * 168.
Sclero-iritomie, p. 311.
Scies circulaires (Appareil protecteur pour), p. 391.
Scoliose des adolescents, pp. 312, 324, * 829.
Scrofulo-tuberculose, p. 330.
Séance d'ouverture, p. 125.
Secours publics et privés en France, p. 387.
Secrétaires des Sections, p. 108.
Sections (1re et 2e), p. 149, * 1.
—— (3e et 4e), p. 162, * 269.
Section 5e, p. 166, * 295.
—— 6e, p. 183, * 331.
—— 7e, p. 192, * 339.
—— 8e, p. 200, * 370.
—— 9e, p. 219, * 462.
—— 10e, p. 238, * 537.
—— 11e, p. 251, * 600.
—— 12e, p. 276, * 657.
—— 13e, p. 331, * 840.
—— 14e, p. 346, * 871.
—— 15e, p. 359, * 882.
—— 16e, p. 374, * 965.
—— 17e, p. 377, * 986.
Sections planes, p. 156, * 181.
Seine (Puits à silex de Champignolles), p. 269.
Seine-et-Oise (Allée couverte), p. 273.
Sel marin (Action du) sur les plantes, pp. 228, 341, * 505.
Séléniure de silicium, p. 187.
Sens du goût chez les animaux, p. 240, * 539.
Sépultures néolithiques, p. 266, * 626.
—— de l'époque du renne, p. 274.
Série ancestrale de l'homme, p. 271.
Serres de la villa Darier, p. 228.
Servonnet. — La Tunisie, p. 347.
Sibillot (C.). — Navigation aérienne, p. 171.
Sicard (Dr A.). — Ateliers d'aveugles, p. 362, * 912.
Signaux avertisseurs, p. 162, * 269.
Silex (Puits d'extraction de), p. 269.
—— *néolithiques*, p. 270.
Silicium (Séléniure de), p. 187.
Sinard (Mlle B.). — Pentacrinus des angles, p. 204, * 402.
Sinus frontaux (Aire chirurgicale des), p. 287, * 708.
Sirodot. — L'Association française en 1890-1891, p. 137.
—— Discussion sur la sardine, p. 239.

Sirodot. — Molaire d'*Elephas primigenium*, p. 244.
Sirus Pirondi. — Anthrax, p. 314, * 801.
Société des produits chimiques de Marseille, p. 479.
Sociétés savantes représentées, p. 121.
Soirées à Marseille, p. 458.
Sol (Perméabilité), p. 336.
Soleil (Corpuscules devant le), p. 177, * 323.
Sommets dans les courbes, p. 153, * 23.
Sondage (Appareil de), p. 164, * 276.
Souché. — Eléments utiles d'un terrain, p. 341.
Soufre (Raffinerie), p. 469.
Sources de lumière, p. 172.
Spécialisme magistral, p. 374.
Staphylocoques (Ostéomyélite à), p. 287.
Statuts, p. III.
Steppes de l'Asie (Plantes médicinales des), p. 233.
Streptocoques (Broncho-pneumonie à), p. 308.
Stérilisation de l'air et de l'eau, p. 382, * 986.
—— de l'eau, p. 388.
Structure (Variations de), p. 232, * 521.
Sucro-tartrate de chaux et vendange, p. 344, * 866.
Sueur (Hydrozimases de la), p. 307.
Sulfure de carbone (Phylloxera), p. 338.
Surfaces de révolutions de la droite, p. 156, * 181.
—— *de symétries*, p. 159, * 224.
—— *équipotentielles*, p. 176, * 317.
—— *continentale* (Accroissement de la), p. 203, * 387.
Symons (G.). — Eau tombée sur la côte des Alpes-Maritimes, p. 194, * 341.
Syphilis, p. 330.
—— *cérébrale*, p. 303, * 764.
Syrie (Dengue de), p. 283.
Tabes dorsal ataxique, p. 287.
Table de nombres premiers, p. 156, * 165.
—— *de multiplication*, p. 159.
—— *de logarithmes*, p. 160.
—— analytique, * 1057.
—— des matières du 1er volume, p. 483.
—— — du 2e volume, * 1076.
Taffe (H.). — Albuminurie physiologique, p. 315.
—— Urine humaine, p. 315, * 804.
Tannerie Jullien, p. 472.
Tardy. — Formations géologiques, p. 201.
—— Discussion sur la question de la 11e Section, p. 260.
—— Discussion sur les camps vitrifiés et calcinés, p. 269.
—— Monuments préhistoriques, p. 274.
Tarn (Mineurs gaulois du), p. 208, * 439.
—— (Cimetières mérovingiens, p. 265, * 622.
Tarry (G.). — Géométrie générale, p. 155, * 90.
Tatars (Objets ethnographiques), p. 273.
Taverni (R.). — Spécialisme magistral, p. 374.
—— Discussion sur les langues anciennes, p. 374.
—— Création des Universités, p. 376.
Tchad (De Marseille au), p. 345, * 874.
Teisserenc de Bort (L.). — Gradient, baromètre vertical, p. 193.
—— Théorie des cyclones, p. 198.
Teissier. — Discussion sur la chlorose, p. 313.
—— Discussion sur l'Électrolyse, p. 320.
Température (Définition de la), p. 170, * 307.
—— à Marseille, p. 193, * 340.
—— et tension de vapeur d'eau, p. 195, * 349.
—— à Paris, p. 197.
—— fébriles, p. 279.
Tension de la vapeur d'eau et température, p. 195, * 349.
Ténériffe (Obsidiennes de), p. 255.
Tenougi. — Discussion sur les ports intérieurs de France, p. 368.
—— Travail et salaire, p. 370, * 930.
Tératogénie entomologique, p. 243.
Terrains quaternaires, p. 270.
Terres arables (Acide phosphorique des), p. 333.
Testicule tuberculeux, p. 290.
—— (Tuberculose du), p. 295.
Thé (Analyse du), p. 190.
Thermo-cautère, pp. 170, 303.
Théorème de Bachet, p. 157, * 185.
Théorie des hélices, p. 160.
Thoulet. — Océanographie, p. 39.
Thrombose marastique, p. 285, * 695.
Tibia (Fracture), p. 301.
Tonkin (Fièvre rémittente bilieuse), p. 305, * 776.
—— (Lèpre au), p. 318.
—— (Ulcère phagédénique), p. 329.
Tommasini. — Grotte des Troglodytes, p. 268, * 633.
Torrents (Extinction des), p. 79.
Toulon (Excursion à), p. 453.
Toxicité de l'urine pathologique, p. 296, * 749.
—— urinaire, p. 296, * 752.
Trabaud (P.). — Plantes exotiques de La Ciotat, p. 226.
Trabut. — Hybridité des Eucalyptus, p. 220, * 462.
—— Reproduction des feuilles, p. 224, * 471.
—— Feuilles du « Cyclamen repandum », p. 227, * 504.
Traditions juives et *musulmanes*, p. 270, * 650.
Transcendance du nombre e, p. 154, * 83.
Transformations systématiques, p. 155, * 118.

Transfuseur du sang, p. 328, * 835.
Translitération (Unification de), p. 356.
Transparence, p. 181.
Transports (Moteurs appliqués aux), p. 158, * 205.
—— (Répartition des), p. 360, * 888.
Transsaharien, pp. 355, 369, * 874.
Travail des moteurs, p. 158, * 205.
—— des enfants, p. 370.
—— et salaires, p. 370, * 930.
Travaux imprimés présentés aux 1re et 2e Sections, p. 161.
—— présentés à la 7e Section, p. 199.
—— — 8e — p. 218.
—— — 10e — p. 250.
—— — 13e — p. 345.
—— — 14e — p. 358.
—— — 15e — p. 373.
—— — 16e — p. 376.
Trélat. — Discussion sur l'Hôtel des Postes de Marseille, p. 381.
Trématodes monogénèses, p. 247, * 571.
Tremblements hystériques, p. 279, * 672.
Tropho-névrose, p. 297.
Troubles moteurs, p. 319.
—— *vasculaires*, p. 282, * 686.
Triangle arithmétique, p. 152, * 1.
—— *de référence*, p. 153, * 11.
—— (Formules relatives au), p. 155, * 118.
Triangles, p. 153, * 38.
Trigonométrie ou géométrie générale, p. 155, * 90.
Troglodytes (Grottes des), p. 268, * 633.
Trouvé. — Gyroscopes électriques, p. 173.
—— Pile à eau de mer pour navigation, p. 174.
—— Orygmatoscope électrique, p. 174.
—— Dynamomètre universel, p. 174.
—— Hélicoptère électrique, p. 175.
Tuberculose (Contagion de la), p. 286, * 706.
—— (Traitement de la), p. 289, * 715.
—— testiculaire, p. 290, * 725.
—— (Bacille de la), p. 293, * 747.
—— (Prophylaxie), p. 295.
—— du testicule, p. 295.
—— (Aération), p. 296.
—— osseuse, p. 299.
—— méningée, p. 302, * 761.
—— chirurgicale, p. 308.
—— (Traitement par l'air ozonisé), p. 309.
—— osseuse (Climat dans la), p. 323.
—— (Mixture fluoro-iodique, traitement de la), p. 330.
—— (Lait et), p. 387.
Tumeur du cordon spermatique, p. 334, * 774.
—— malignes, p. 307, * 785.
Tumulus de Rochechouart, p. 253.
Tunisie (Bilharziose en), p. 244, * 556.
—— (Plants américains en), p. 341, * 858.
Turbellariée triclade, p. 239.
Type criminel, p. 275.
Ulcère phagédénique du Tonkin, p. 329.
Universités (Création et fonctionnement), p. 376.
Unité photométrique, p. 172, * 310.
Urémie (Mort par), p. 301.
Uretère (Compression de l'), p. 301.
Urine pathologique (Toxicité de l'), p. 296, * 749.
—— *humaine*, p. 315, * 804.
Utérus (Nettoyage manuel), p. 316, * 812.
Valcourt (Dr de). — Régime des eaux et des égouts, p. 385.
Vandey. — Ankyloses fibreuses (traitement), p. 317.
Vapeur d'eau (Tension de), p. 195, * 349.
Varioles frustes, p. 306, * 782.
Vaseline (Phylloxera), p. 338.
Vasseur. — Inscription phénicienne de Marseille, p. 273.
Vaucluse (Observations au Ventoux), p. 246, * 566.
Vauthier (L.-L.). — Langues anciennes, p. 374, * 966.
Vayssière. — *Calvadosia campanulata*, p. 143.
—— *Euthyplocia Sikorai*, p. 243.
Végétation, p. 60.
Velten (Brasserie), p. 477.
Vendange (Traitement de la), p. 344, * 866.
Vent (Force vive du), p. 195.
Ventes d'objets contaminés, p. 387, * 1018.
Ventilation, p. 382, * 986.
Ventoux (Observations entomologiques au), p. 246, * 566.
Verdet. — Betterave à sucre dans le Midi, p. 343, * 859.
Verne. — Discussion sur la question de la 15e Section, p. 367.
Verneuil. — Testicule tuberculeux, p. 290.
—— Discussion sur la laparotomie, p. 311.
Vers blancs, p. 246.
—— (Destruction), p. 340.
Vertébrés fossiles de Lot-et-Garonne, p. 242.
Vidal (L.). — Photographie et impressions polychromes, p. 181.
—— (Dr A.). — Sanatorium Renée-Sabran, p. 384.
—— Plans des bâtiments d'isolement, p. 385.
Vie aquatique (Animaux à), p. 240, * 539.
Vie dans les eaux, p. 393.
Vie humaine à Marseille, p. 383, * 999.
—— (Conservation de la), p. 390.
Vieux arbres de Normandie, p. 229.
Vigne (Engrais chimiques appliqués à la), p. 335.
—— (Azote dans la culture de la), p. 337.
—— *phylloxérées*, p. 338.
—— *américaines* (Calcaire et), p. 340, * 853.
Viguier. — Dépôts pliocènes des environs de Montpellier, p. 205, * 405.
Vilanova y Piera. — Esparraguina de Jumilla, p. 206.

Vilanova y Piera. — Protohistoire de Jumilla, p. 272.
—— Institutions sanitaires en Espagne, p. 391, * 1045.
Vilmorin (H.-L. de). — Production et commerce des fleurs, p. 1.
Villa Darier, p. 228.
Villard. — Chlorose, p. 312, * 791.
Villena (Protohistoire de), p. 272.
Villeneuve (Dr). — Bilharziose en Tunisie, p. 244, * 556.
—— Épididymo-vésiculectomie, p. 290, * 725.
—— Laparotomie, p. 311, * 796.
Vin (Eléments constitutifs), p. 344, * 868.
Vins (Acide borique dans les), p. 345.
—— (Déplâtrage), p. 345.
Vincens (C.). — Iconographie de Sainte-Anne, p. 254.
Vinification (Levures sélectionnées dans la), p. 342.
Virulence des bacilles, p. 293.
Visite au Jardin botanique, p. 226.
—— de la propriété la Rozière, p. 228.
Visite au laboratoire d'Endoume, p. 249.
—— des ports, p. 458.
Vœu présenté par la 7e Section, p. 199.
—— *proposé* par la 14e Section, p. 358.
Voies biliaires (Cathétérisme des), p. 307, * 786.
—— respiratoires (Maladies), p. 323, * 821.
Vuillemin (Dr). — Discussion sur les Ceratophyllum et les Myriophyllum, p. 220.
—— Discussion sur les Dicotylées, p. 222.
—— Subordination des caractères, p. 228, * 514.
—— La botanique dans les Facultés de Médecine, p. 375, * 970.
Wilde (de). — Préparation du chlore, p. 183.
Xambeu. — Discussion sur les engrais chimiques, p. 335.
—— Vignes phylloxérées, p. 338.
—— Foins des prairies naturelles, p. 339.
Zoologie, anatomie et physiologie, p. 238, * 537.
Zymases, p. 184.

ERRATA

Page 646. — Explication de la figure :
N° 1. — Terrain moderne, avec débris de la période néolithique.
Nos 2, 3, 4, 5. — Quatre couches magdaléniennes séparées par des éboulis provenant de la voûte : grattoirs en silex, perçoirs, navettes, sifflets en os ; bâtons de commandement, dents et coquilles percées, aiguilles en os.
N° 6. — Couche solutréenne, avec nombreuses pointes à cran, poinçons en os, coquilles percées.
N° 7. — Couche solutréenne, avec grandes lames en silex taillées sur les deux faces (forme en feuille de laurier).
N° 8. — Couches moustériennes : racloirs, pointes en silex, pierres de jet et deux petites haches (forme chelléenne).
N° 9. — Roche naturelle.
N° 10. — Amas de roches, provenant probablement d'un éboulis de la voûte et ne contenant aucun débris archéologique.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET EXTRAITS

LAISANT (C.-A.). — Propriétés du triangle arithmétique 1
— Sur le cube arithmétique 8
LONGCHAMPS (G. de). — Expression du rayon de courbure dans les coniques inscrites à un triangle de référence. 11
— Les sommets dans les courbes planes 23
COLLIGNON (Ed.). — Sur certaines séries de triangles et de quadrilatères 38
OLTRAMARE (G.). — Intégration des équations linéaires aux différences et aux différences mêlées 66
CAILLER (C.). — Sur la transcendance de *e* 83
TARRY (G.). — Géométrie générale. — Le cercle et la trigonométrie 90
LEMOINE (E.). — Sur les transformations systématiques des formules relatives au triangle. — Transformation continue 118
— Divers résultats concernant la géométrie du triangle. 130
BAZERIES (Le Capitaine). — Cryptographe à 20 rondelles-alphabets (25 lettres par alphabet) 160
LAISANT (C.-A.). — Sur une méthode pour la construction d'une table de nombres premiers 165
NEUBERG (J.) et SCHOUTE (P.-H.). — Généralisation d'un problème connu 168
BERDELLÉ (Ch.). — Calcul directif. — Rectification importante. Surfaces de révolution de la droite et leurs sections planes 181
MATROT (A.). — Sur le théorème de Bachet. 185
GUILLEMOT. — Mire indépendante de la température. 192
CATALAN (E.). — Diverses notes d'arithmétique 194
COLLIGNON (Ed.). — Remarques sur le travail des moteurs employés aux transports 205
LAISANT (C.-A.). — Nouvelles remarques sur le problème de l'interpolation . . . 222
MANGEOT. — Sur les surfaces de symétrie communes à plusieurs quadriques . . 224
GOB (A.). — Sur une série de quadrangles 232
ARNOUX. — Essais de psychologie et de métaphysique positives. La méthode graphique en mathématiques 241
GONNESSIAT (F.). — Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages 259
BAILLEHACHE (E. de). — Application des avertisseurs électriques pour la protection des bifurcations de la Compagnie d'Orléans. — Application de ces mêmes avertisseurs pour la protection des passages à niveau de la Compagnie Paris-Lyon-

Méditerranée, montage Chaperon et de Baillehache. — Postes de secours. — Contrôle de la vitesse des trains. — Enclenchements électriques 269
Belloc (E.). — Sur un nouvel appareil de sondage portatif à fil d'acier 276
Curie (J.). — Sur les batardeaux en maçonnerie 279
Pulligny (J. de). — Les marées de la Méditerranée et le marégraphe de Marseille 287
Crova (A.). — Sur l'analyse de la lumière bleue diffusée par le ciel. 295
Monnory. — Sur le rôle des phénomènes capillaires dans l'ébullition. 298
Chicandard (G.). — Sur la gamme théorique 301
Poincaré (L.). — Variation de la différence de potentiel au contact d'une électrode et d'un électrolyte avec la température 304
Montgrand (de). — Sur la nature de la chaleur. 307
Nicati (Le Dr). — Une unité photométrique physiologique : le photo. — Présentation de photomètres oxyopiques 310
Féry (C.). — Nouveau conjoncteur-disjoncteur automatique pour la charge des accumulateurs. 311
Fayel (Le Dr). — Procédé de photomicrographie. 314
Pérot (A.). — Vérification de la loi de réfraction des surfaces équipotentielles. — Mesure de la constante diélectrique. 317
Bruguière (H.). — Visibilité, presque constante à l'œil nu, de la planète Vénus. 320
— Passages de corpuscules devant le soleil. 323
Henry (C.). — Nouvelles recherches d'olfactométrie 325
Levat. — Etude expérimentale des mouvements giratoires du camphre des laurinées à la surface des liquides. 331
Halphen (G.). — Sur l'absorption du brome par les corps gras. 334
Berg (A.). — Sur les acides isobutylamidoacétiques 337
Bruguière (H.). — Curieuse observation d'aérolithe 339
Léotard (J.). — Remarques sur la température à Marseille. 340
Symons (G.-J.). — Quantité d'eau tombée sur la côte des Alpes-Maritimes 341
Rotch (L.). — Sur la mesure des hauteurs et des vitesses des nuages à l'observatoire de Blue-Hill (États-Unis) 346
Chiaïs (Le Dr F.). — La tension de la vapeur d'eau de novembre à mai, à Menton. Son influence sur la température de l'atmosphère et sur les maladies des voies respiratoires. 349
Giraud. — Étude sur les pluies. 355
Fournier (A.). — Monographies géologiques des communes du département des Deux-Sèvres. 370
Rivière (É.). — Nouvelle station quaternaire sur les bords de la Vézère. L'abri sous roche de Pageyral. 372
Matheron. — Sur les séries crétacées d'eau douce et d'eau saumâtre du midi de la France. 378
— Sur les animaux vertébrés dans les couches d'eau douce crétacées du midi de la France 382
Pallary (P.). — Les faunes malacologiques pliocène et quaternaire des environs d'Oran 383
Léotard (J.). — La diminution du relief terrestre et l'accroissement de la surface continentale. 387
Cotteau (G.). — Note sur le groupe des clypéastroïdes 390
Rivière (É.). — Nouvelles recherches dans l'Hérault. 396
Sinard (Mlle B.). — Sur la présence du pentacrinus dans le miocène des angles (Gard). 402
Viguier. — Pliocène des environs de Montpellier. 405
Fournier (E.). — Allure générale des mouvements orogéniques dans les environs de Marseille 416
Rivière (É.). — Découverte d'ossements quaternaires dans une sablière de Draveil. 422
Nicolas. — Insectes fossiles d'Aix (Provence). Descriptions de quelques nouvelles espèces (Collection de M. Matheron). 425

CARAVEN-CACHIN (A.). — Nouvelles recherches sur les mines et les mineurs gaulois dans le Tarn. 439
NICOLAS. — Étude paléontologique complémentaire sur la faune malacologique du danien des environs de Saint-Remy et les Baux (Provence) 448
JULIÁ (S.). — Sur les calcaires crétacés de la Bédoule. 457
TRABUT (Le Dr L.). — Un hybride dans le genre eucalyptus 462
QUÉLET (Le Dr L.). — Quelques espèces critiques ou nouvelles de la flore mycologique de France. 464
TRABUT (Le Dr L.). — Reproduction de feuilles par phytotypie et héliogravure . . 471
SAUVAGEAU (C.). — Sur la racine des cymodocées 472
MALINVAUD (E.). — Les characées du département de la Haute-Vienne, d'après l'herbier d'Édouard Lamy de La Chapelle 477
GÉNEAU DE LAMARLIÈRE. — Sur la germination de quelques ombellifères 480
JUMELLE (H.). — Influence de l'humidité sur les échanges gazeux entre les lichens et l'atmosphère. 484
BONNET (E.). — Les collections de l'expédition envoyée à la recherche de La Pérouse, d'après des documents inédits. 488
AUBERT (E.). — Respiration comparée des plantes grasses et des plantes ordinaires. 492
TRABUT (Le Dr L.). — Géotropisme positif chez les jeunes feuilles de cyclamen repandum. 504
LESAGE (P.). — Action du sel marin sur les plantes. 505
SAMBUC. — Similitude des flores d'Amérique et d'Afrique du Sud 512
VUILLEMIN (Le Dr). — Sur la subordination des caractères 514
LÉGER (L.-J.). — Les différents aspects du latex des papavéracées 516
BONNIER (G.). — Les variations de la structure chez une même espèce 521
POISSON (J.). — Installation et conservation des collections botaniques 525
JOURDAN (Et.). — Sur les corps jaunes du tissu conjonctif des échinodermes et des géphyriens inermes 537
— Sur les endothéliums à cils vibratiles des invertébrés 538
— Le sens du goût chez les animaux à vie aquatique. 539
BEDRIAGA (Le Dr J. de). — Tableaux synoptiques pour servir à la détermination des larves des batraciens urodèles d'Europe 540
COUTAGNE (G.). — Sur la faune malacologique terrestre des îles de la rade de Marseille 546
KÜNCKEL D'HERCULAIS. — Les invasions des acridiens en Algérie en 1891 (observations biologiques et physiologiques). 554
VILLENEUVE (Le Dr). — La bilharziose en Tunisie 556
LÉOTARD (J.). — Sur la disparition ou l'extension de diverses espèces animales . . 557
NICOLAS. — Observations entomologiques et autres faites au sommet du Mont Ventoux. 566
SAINT-REMY. — Liste des trématodes monogénèses recueillis à Roscoff 571
AMANS (Le Dr). — Perfectionnement des hélices aériennes. 574
HONNORAT-BASTIDE (Ed.-F.). — Reptiles et batraciens des Basses-Alpes 583
HEIM (F.). — Contribution à l'étude du sang des crustacés décapodes 586
GUERNE (J. de) et RICHARD (J.). — Documents nouveaux sur la distribution géographique des calanides d'eau douce 595
PALLARY (P.). — État du préhistorique dans le département d'Oran 600
CHAUVET (G.). — Sur la classification des temps quaternaires dans la Charente . . 613
FAUVELLE (Le Dr). — Quelle est la valeur des objets de l'industrie humaine comme éléments de classification des terrains quaternaires à des époques préhistoriques. 618
CARAVEN-CACHIN (A.). — Le cimetière mérovingien du Gravas, près Gaillac (Tarn). 622
MARIGNAN (Le Dr). — Sépulture par incinération de la période néolithique à Calvisson (Gard) 626
PINEAU (Le Dr E.). — Destruction des haches polies par bris et calcination (rite funéraire ?). 630

PINEAU (Le Dr E.). — Nouvelle contribution à la géographie préhistorique des côtes occidentales de la France. — L'Atlantide 631
PALLARY (P.) et TOMMASINI (P.). — La grotte des Troglodytes (Oran). 633
PALLARY (P.). — La main dans les traditions juives et musulmanes du nord de l'Afrique 650
BIDON (H.). — Amnésie post éclamptique. 657
— Hémianopsie avec hallucinations dans la partie invisible du champ visuel 661
BOÉ. — Un cas d'hémianopsie homonyme supérieure 664
LATIL. — De l'hérédité dans les affections de la moelle épinière. 667
ODDO. — Caractères généraux des tremblements hystériques. 672
BOINET (E.) et SILBERT (J.). — Ptomaïnes urinaires dans le goitre exophtalmique. 676
BLOCH (Adolphe). — Sur la physiologie pathologique du nervosisme. — Non-valeur du terme neurasthénie. 680
BOUCHARD (Ch.). — Cirrhose alcoolique biveineuse guérie par le calomel à petites doses. — Angiocholite infectieuse terminale. — Souffle splénique. — Angiectasies hémorragipares de la peau et de l'œsophage. — Battements prérotuliens. — Pouls capillaire. — Pas d'insuffisance aortique. — Étroitesse considérable de la crosse aortique. — Hypertrophie du ventricule gauche. 686
SCHNELL. — De la paralysie du voile du palais dans l'ataxie locomotrice 689
MOSSÉ (A.). — Note sur la valeur seméiologique des propathies cardiaques et urinaires dans la pneumonie 692
BOINET (E.). — Rôle des micro-organismes dans la thrombose marastique et la phlegmatia alba dolens. 695
NEPVEU (G.). — Étude sur les parasites du sang chez les paludiques. 699
ROUX DE BRIGNOLLES. — De l'action antiseptique interne de quelques dérivés de la série aromatique dans certaines affections infectieuses. 700
AUBERT (A.). — Sur la contagion de la tuberculose. 706
ALEZAIS. — Aire chirurgicale des sinus frontaux. 708
RUELLE (de). — Du traitement de l'angine couenneuse et de la diphtérie par le cyanure de mercure à l'intérieur. 712
CHAPPLAIN. — Du traitement de la tuberculose pulmonaire. — Revue critique. . 715
VILLENEUVE. — Epididymectomie et résection du canal déférent et de la vésicule séminale par le canal inguinal dans la tuberculose de ces organes 725
AURIOL (L.). — Traitement de la tuberculose par les inhalations d'acide sulfureux, résultats obtenus de 1883 à 1891. 728
PETIT (L.-H.). — Le pronostic et le traitement de la tuberculose 736
BOINET (Ed.). — Recherches expérimentales sur l'atténuation du bacille de la tuberculose par le kristallviolet 747
MAIRET et BOSC. — Recherches expérimentales sur la toxicité des urines pathologiques 749
— Toxicité urinaire, applications thérapeutiques 752
NEPVEU. — Recherches histologiques sur la pathogénie du cancer 754
BOINET (Ed.). — Hémorragie primitive de la moelle 756
PRIOLEAU (L.). — De quelques troubles de nutrition et de sensibilité de la cornée dans la tuberculose méningée. 761
ASTROS (Léon d'). — La syphilis cérébrale héréditaire précoce. — Formes anatomiques et cliniques. 764
— Influence dystrophique de l'hérédo-syphilis sur le cerveau de l'embryon 770
DUPLOUY (Ch.). — Tumeur mixte du cordon. 774
BOINET (Ed.). — De la fièvre rémittente bilieuse au Tonkin 776
COSTE (Maurice). — Des varioles frustes. 782
BONNARD (Paul). — De la création d'un Institut spécial pour l'étude expérimentale des tumeurs malignes 785
FONTAN. — Sur le cathétérisme des voies biliaires 786

VILLARD. — Chlorose et phlegmatia 791
VILLENEUVE. — Considérations sommaires sur soixante laparotomies pour causes diverses 796
PIRONDI (Sirus). — Traitement de l'anthrax, du furoncle et d'autres inflammations du derme, par les pulvérisations phéniquées 801
TAFFE (Henri). — Des matières albuminoïdes normales de l'urine humaine 804
RAYMOND (Th.). — Du traitement des fibromes utérins par la castration ovarienne. 805
GACHES-SARRAUTE. (Mme). — Du nettoyage de l'utérus immédiatement après la délivrance 812
CARRE. — Abaissement temporaire du nez pour l'exploration des fosses nasales . 817
— Du traitement de l'anthrax par l'excision 819
CHIAÏS. (F.). — Tension de la vapeur d'eau et maladies *a frigore* 821
BOULAND (Pierre). — Diagnostic différentiel et traitement de la scoliose essentielle des adolescents 829
FANTON. — Appareil automatique pour la transfusion du sang 835
MONTRICHER (H. de). — Assainissement de Marseille et fertilisation de la Crau . . 840
KÜNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Les invasions des acridiens, *vulgo* sauterelles, en Algérie pendant l'année 1891 851
COUTAGNE (Georges). — De l'influence du calcaire sur les vignes américaines . . . 853
BONNARD (Paul). — Introduction des plants américains en Tunisie 853
VERDET (E.). — Introduction et développement de la culture de la betterave à sucre dans le midi de la France 859
CASTHELAZ (J.) et BRUÈRE. — Traitement de la vendange par le sucro-tartrate de chaux 866
BRINGUIER. — Sur l'équilibre des principes constitutifs du vin 868
LÉOTARD (J.). — La rapidité actuelle des communications autour du monde et la grande voie internationale de transport 871
FOCK. — De Marseille au Tchad par le transsaharien direct et commercial 874
RABOT (Ch.). — Sur une mission du Ministère de l'Instruction publique en Islande et à Jan Mayen 879
BELLET (Daniel). — Le régime des ports en Angleterre 882
PRÉAUDEAU (A. de). — Sur la répartition des transports entre les chemins de fer et les voies navigables (1885-1887) 888
PASSY (Frédéric). — La machine humaine 902
BOURGERY (Henri). — Sur un livret d'état civil obligatoire 905
MOREL (M.). — Réforme de l'Assistance publique 911
SICARD. (Le Dr Adrien). — Les ateliers d'aveugles à Marseille 912
HUBOU (E.). — De l'établissement des ports intérieurs en France et de l'influence, au point de vue commercial, de la jonction des canaux et rivières avec les chemins de fer 917
NOTTELLE. — La crise de la civilisation 923
TENOUGI (Le chanoine). — Le travail et le salaire considérés au point de vue moral 930
PASSY (Frédéric). — La liberté de la pornographie 932
GUILBAULT (Ad.). — Du partage des bénéfices avec les ouvriers 939
CURIE (J.). — Représentation proportionnelle des différentes opinions dans les élections 947
BARBIER-DELAYENS. — Méthode simplifiée de comptabilité 961
ALLUARD. — Les professeurs honoraires de Faculté 965
VAUTHIER (L.-L.). — Du rôle de l'étude des langues anciennes dans l'enseignement secondaire 966
VUILLEMIN (Le Dr Paul). — L'enseignement de la botanique dans les Facultés de Médecine 970
PAVOT (T.). — Etymologie franco-latine 976
DELABOUSSE (Le Dr). — Rôle de l'électricité dans la stérilisation de l'air et de l'eau 986

RAYMONDAUD (Le Dr). — De l'influence que peuvent avoir les institutions médicales sur les progrès de la colonisation française dans l'Indo-Chine 995
MONTRICHER (H. de). — Valeur économique de la vie humaine dans la commune de Marseille. 999
BONNET (Le Dr E.). — Documents inédits sur la peste de Marseille et de Provence . 1006
MIREUR. — De la transmission des maladies contagieuses dans les villes par les lavoirs publics et les ventes d'objets contaminés 1018
JEANNEL (Le Dr). — Du déboisement considéré comme cause de dépopulation et des moyens d'y remédier. — Arbor day américain. — Société des Amis des arbres 1021
MILLIOT (Le Dr B.). — La médecine de colonisation en Algérie. 1028
VILANOVA Y PIERA (Le Professeur). — De l'organisation du service sanitaire en Espagne. 1045
CHANCEL. — Sur la désinfection des lettres telle qu'elle était pratiquée autrefois dans le lazaret de Marseille 1055

TABLES

Table analytique. 1057
— des matières. 1076

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 27628-10-01.

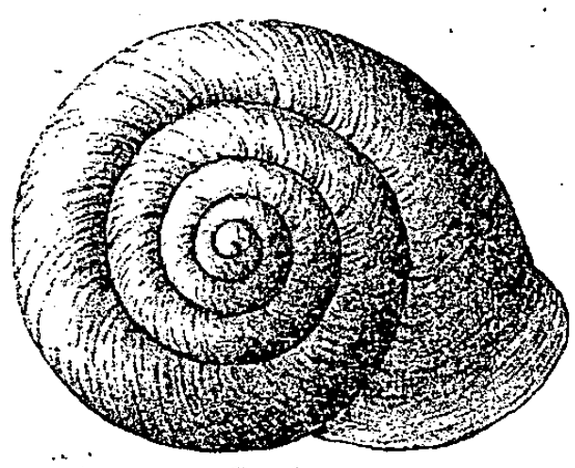


fig. 4

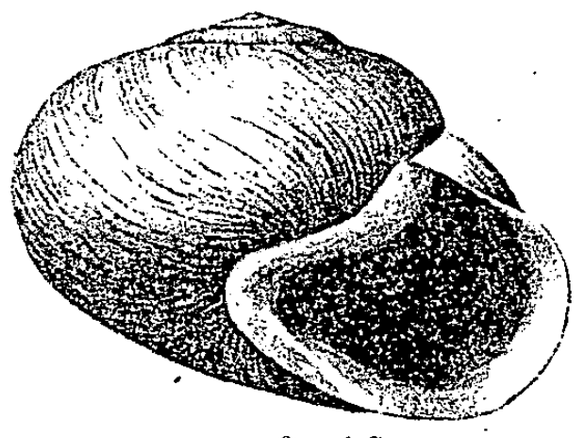


fig. 4 a

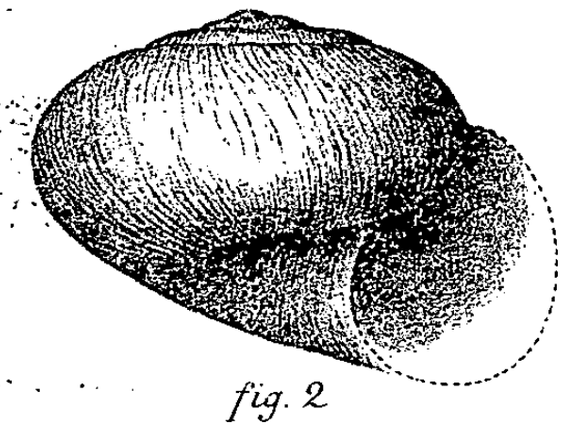


fig. 2

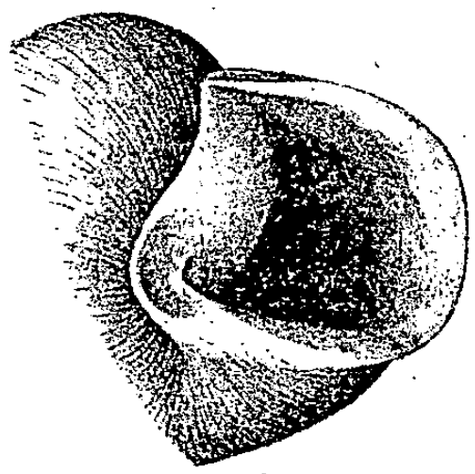


fig. 4 b



fig. 1



fig. 6



fig. 5



fig. 6 a



fig. 1 a

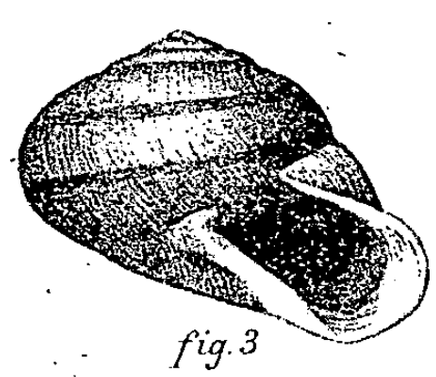


fig. 3

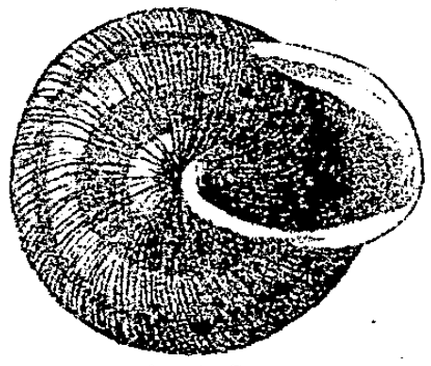
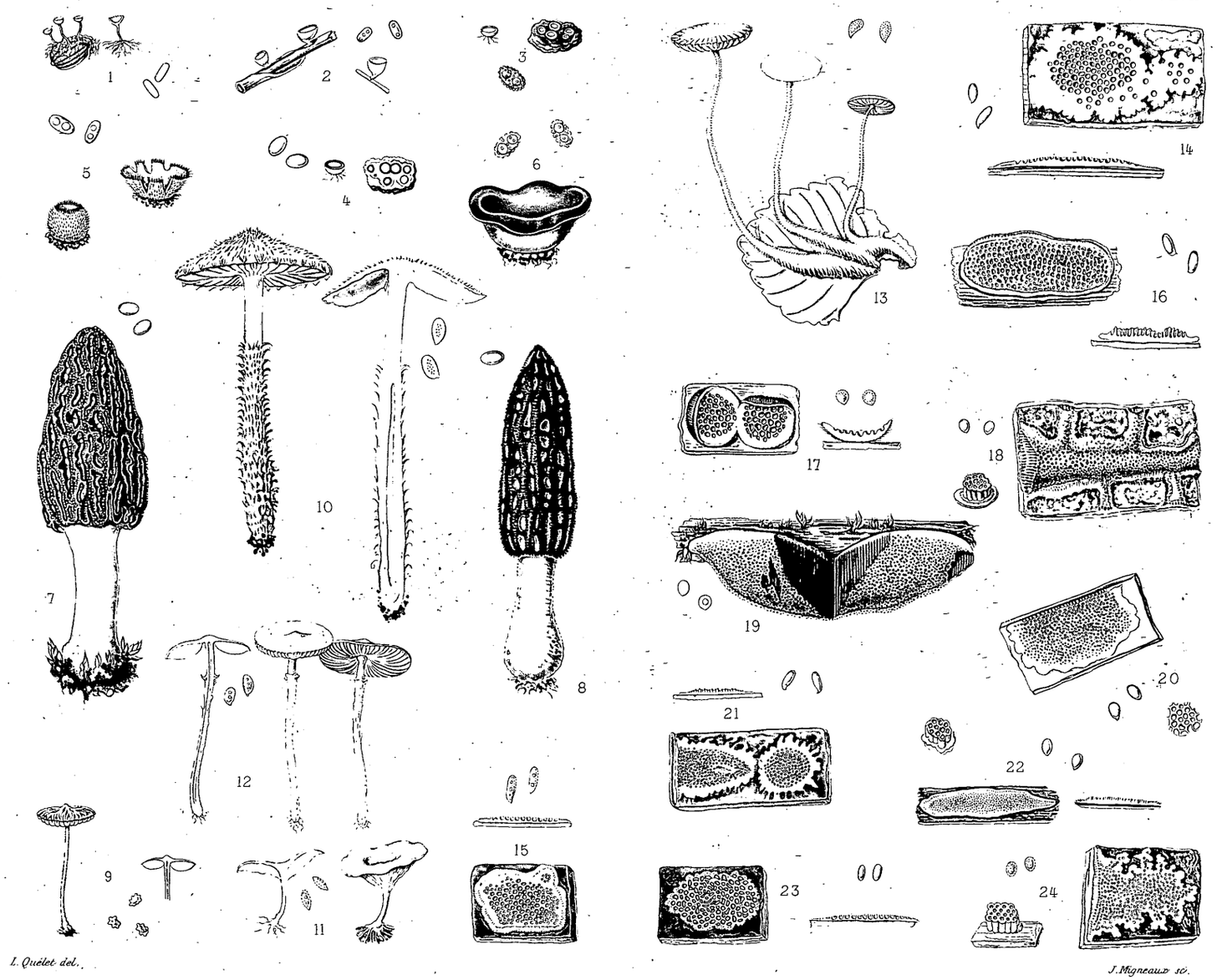


fig. 3 a

Viguier, del. *Imp. E. Bry, Paris.* *Jacquemin, lith.*

M. VIGUIER. — FOSSILES PLIOCÈNES DE MONTPELLIER.

1. Testacella Bruntoniana.
2. Hyalinia Casteti.
3. Helix quadrifasciata.
4. Helix Gaspardiana.
5. Triptychia sinistrorsa. Var.
6. Cyclostoma sulculatum.

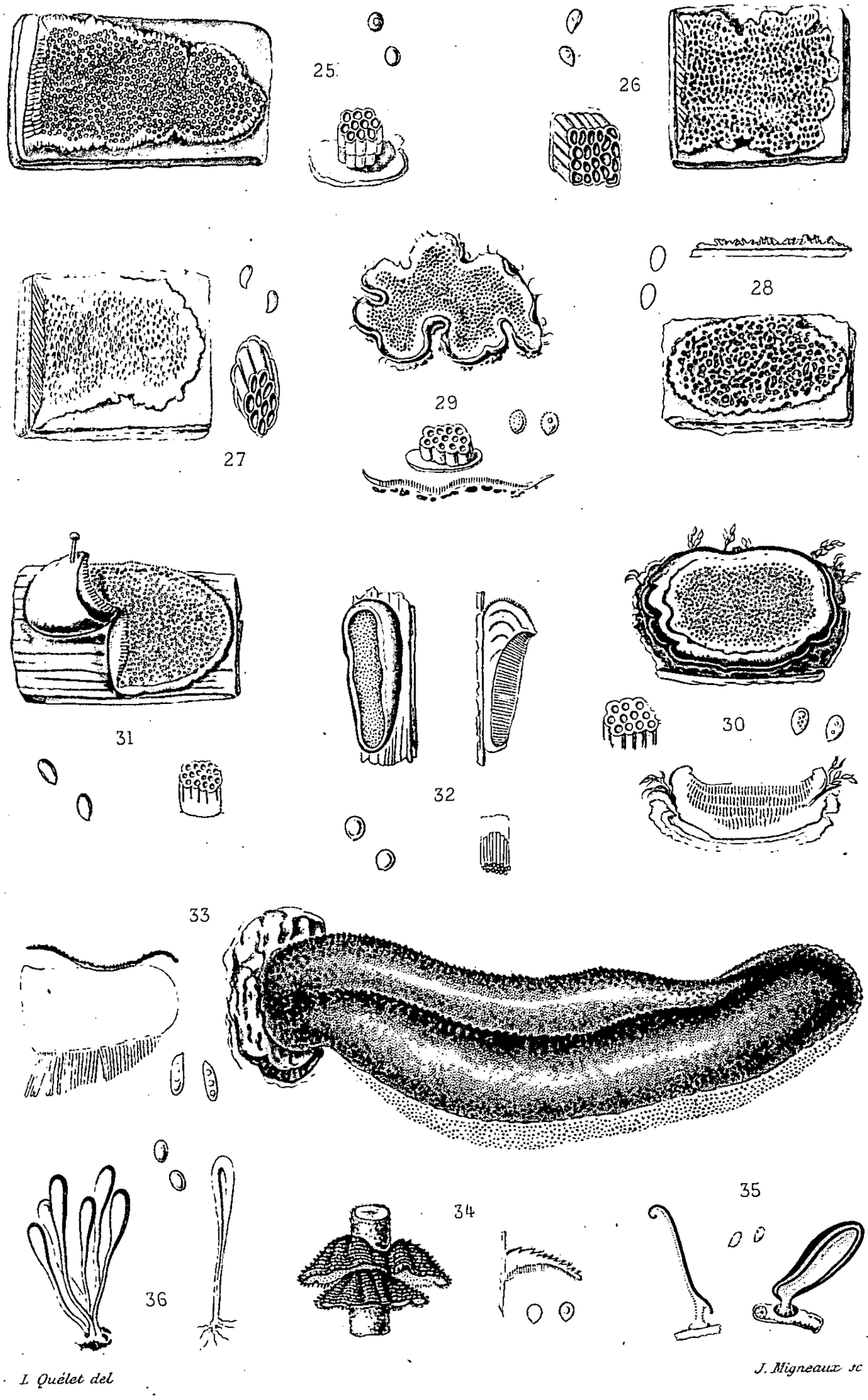


L. Quélet del.

J. Migneaux sc.

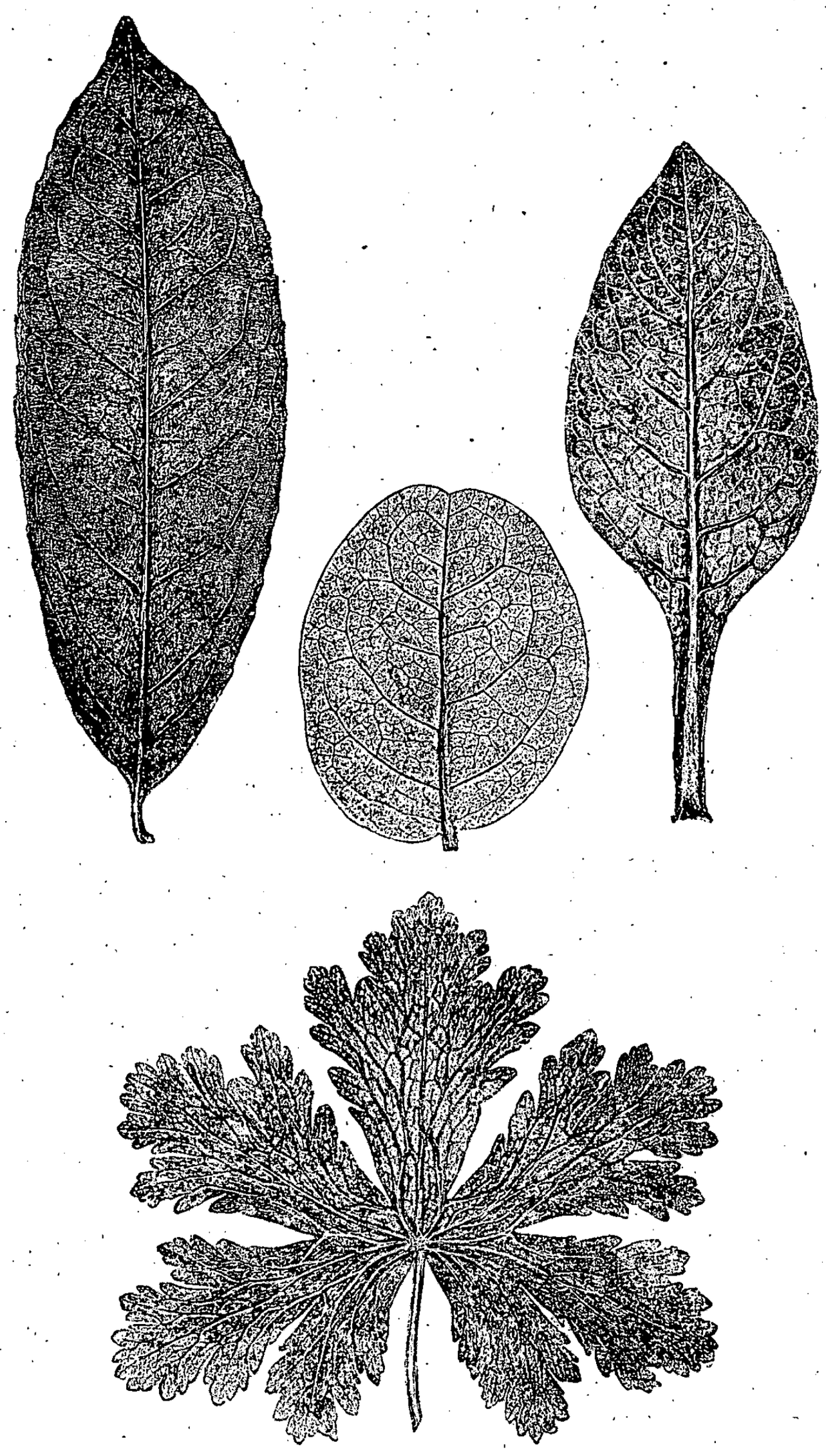
L. QUÉLET. — QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE

Imp. R. Taneur, Paris.

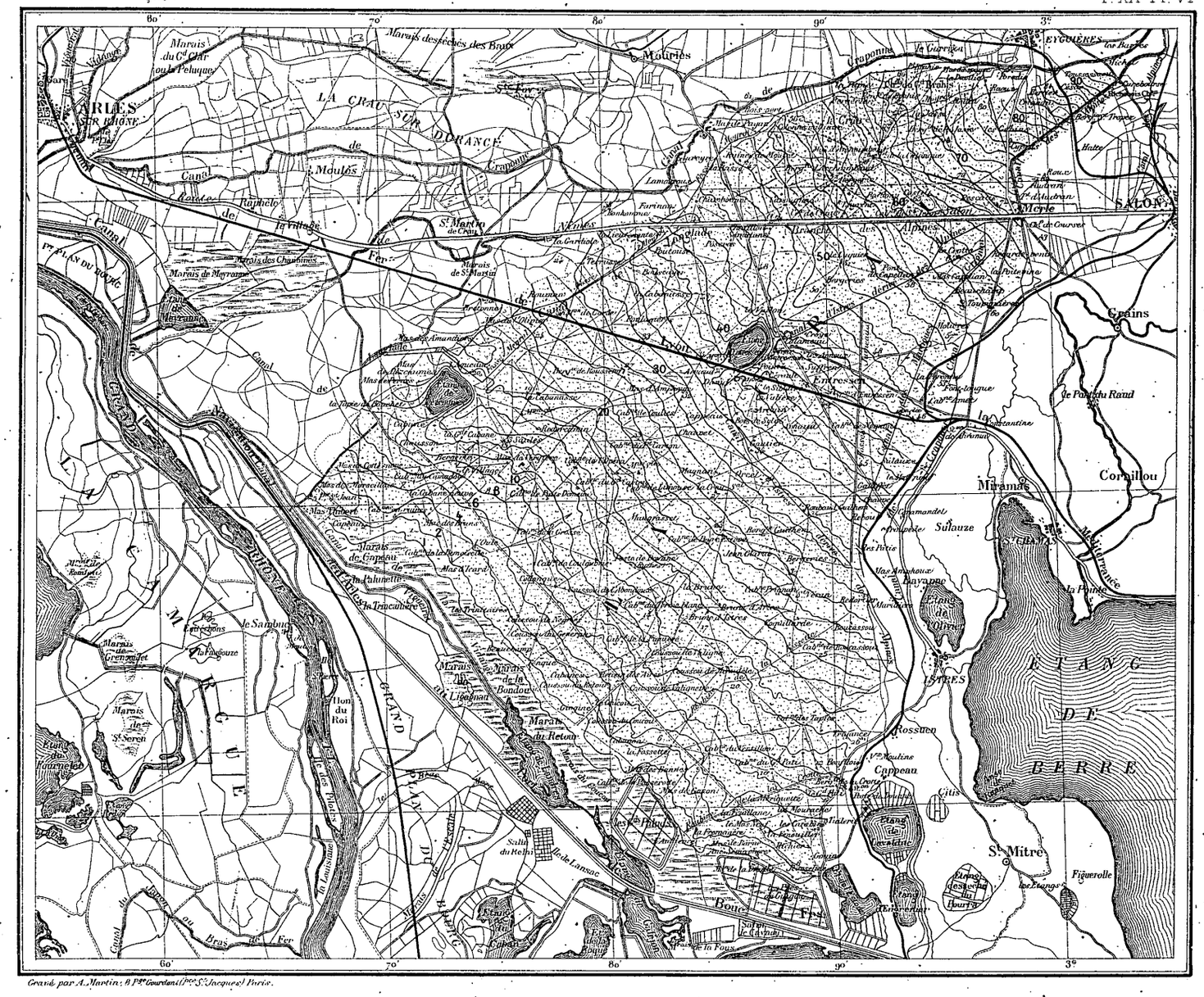


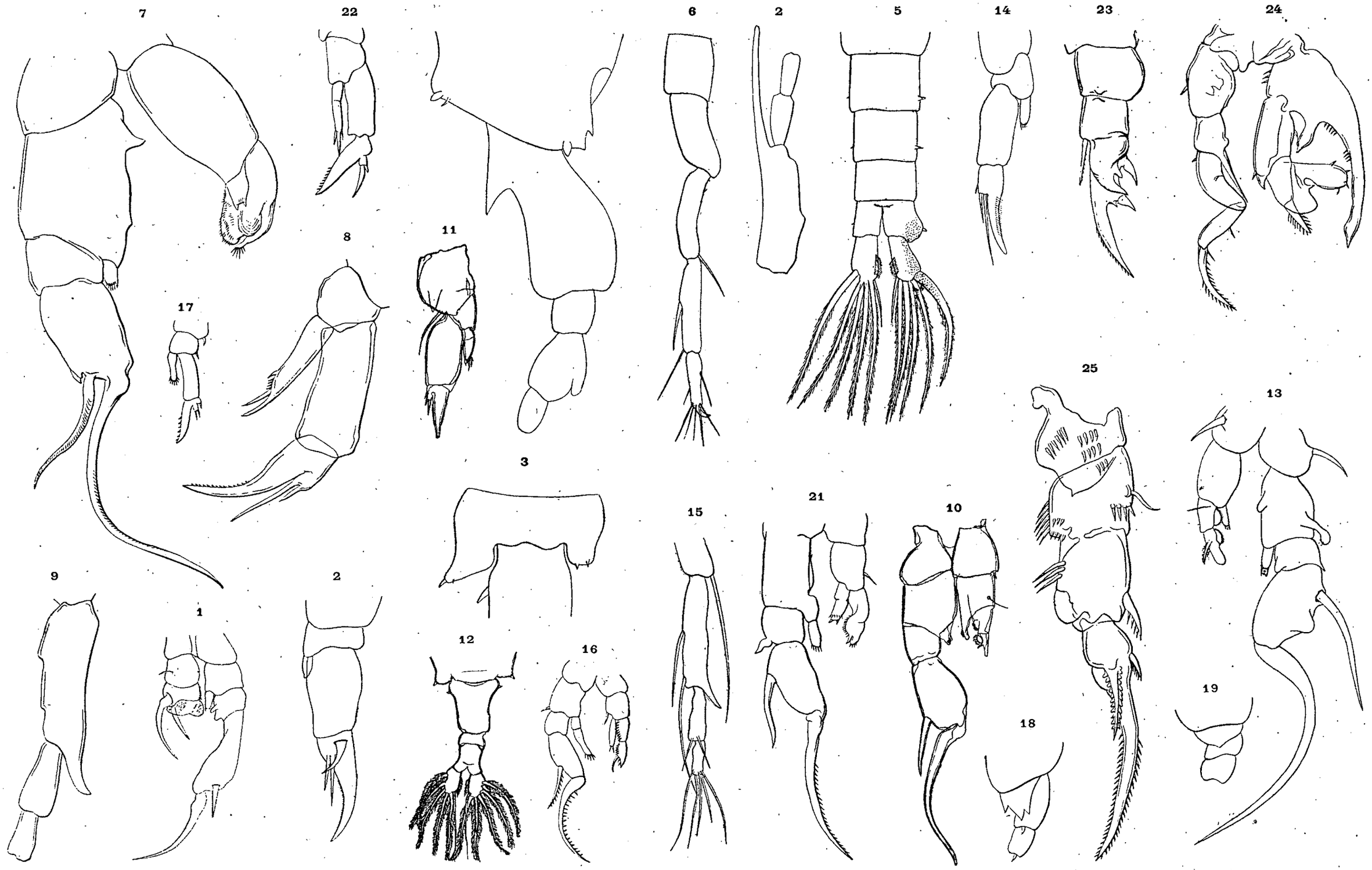
L. QUÉLET — QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE FRANCE

Imp. R. Taneur, Paris



L. TRABUT. — REPRODUCTION AUTOTYPIQUE DE FEUILLES


ARLES
SUR RHONE
LA CRAU
SUR
DORANCE
Marais des Iscles des Baux
Marais du Cd Char
ou la Peluque
St Martin de Crau
Marais de Meyranne
Marais des Chambines
Fr. PLAN DU ROUBE
Canal de Meyranne
Canal de la Vallée
Canal de la Tour de Bouteille
Canal de la Cabanasse
Canal de la Cabane Cabanon
Canal de la Cabane Neuve
Canal de la Cabane Longue
Canal de la Cabane Basse
Canal de la Cabane Blanche
Canal de la Cabane Verte
Canal de la Cabane Rouge
Canal de la Cabane Jaune
Canal de la Cabane Bleue
Canal de la Cabane Noire
Canal de la Cabane Grise
Canal de la Cabane Violette
Canal de la Cabane Orange
Canal de la Cabane Marron
Canal de la Cabane Rose


7
22
8
17
11
3
6
2
5
14
23
24
25
13
15
21
10
9
1
2
12
16
18
19